



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la
productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores
eléctricos FG, 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Fredy Gonzales Magariño

Asesor:

Mg. José Pablo Rivera Rodríguez

Línea de Investigación:

Gestión empresarial y productiva

Lima - Perú

2017

Página del jurado

Ing.....

Ing.....

Ing.....

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mis padres por las oportunidades que me dieron en la vida y por no abandonarme en ningún momento, a mi familia y mis compañeros de clase por su compañerismo.

Agradecimiento

En primer lugar a Dios por la vida, la salud y la salud de mi familia. También un agradecimiento a los docentes que me dieron su apoyo para la culminación de este trabajo de investigación.

Declaración de autenticidad

Yo, Fredy Gonzales Magariño con DNI N° 40515845, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional DE Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presente en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, mayo del 2017

.....

Fredy Gonzales Magariño

DNI 40515845

Presentación

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017”, la misma que contiene lo siguientes capítulos.

La investigación se ha dividido en ocho capítulos acoplándose al esquema dado por la universidad. En el capítulo I esta contenido la introducción, la realidad problemática, antecedentes previos, las teorías relacionadas al tema, se formula el problema, las hipótesis y los objetivos. En el capítulo II contiene el método usado, junto al diseño de investigación, variables, operacionalización, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, métodos de análisis estadísticos y aspectos éticos. En el capítulo III se muestran los resultados y contrastación de hipótesis. En el capítulo IV se realiza la discusión de los resultados obtenidos, capítulo V se da conocimiento de las conclusiones. En el capítulo VI se realizan las recomendaciones, capítulo VII se muestran las referencias y en el capítulo VIII se muestran los anexos de la investigación.

Fredy Gonzales Magariño

ÍNDICE

Pagina del jurado	i
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice general	vii
Resumen	xiv
Abstract	xv
1 Introducción	
1.1 Realidad problemática	17
1.2 Trabajos previos	23
1.3 Teorías relacionadas	30
1.3.1 Variable independiente Lean Manufacturing	30
1.3.2 Variable dependiente productividad	38
1.3.3 Marco conceptual	42
1.4 Formulación del problema	43
1.5 Justificación del estudio	43
1.6 Hipótesis	45
1.7 Objetivos	45
2 Método	
2.1 Diseño de investigación	47
2.2 Variables, operacionalización	48
2.3 Población y muestra	52

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez	53
2.5 Análisis de datos	54
2.6 Aspectos éticos	55
2.7 Desarrollo de la propuesta	56
2.7.1 Situación actual	56
2.7.2 Propuesta de la mejora	69
2.7.3 Implementación de la propuesta	78
2.7.4 Resultados de la implementación de la propuesta	90
2.7.5 Análisis económico b/c	102
3 Resultados	
3.1 Análisis descriptivo de la productividad	105
3.2 Análisis inferencial de la productividad	107
3.3 Análisis descriptivos de la eficiencia	110
3.4 Análisis inferencial de la eficiencia	112
3.5 Análisis descriptivos de la eficacia	115
3.6 Análisis inferencial de la eficacia	117
4 Discusión	121
5 Conclusiones	124
6 Recomendaciones	126
7 Referencia	128
8 Anexos	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de técnica del Brainstorming	19
Tabla 2 Cuadro de frecuencias para el Diagrama de Pareto	21
Tabla 3 Clasificación del sector industrial	56
Tabla 4 Pedidos entregados a tiempo	57
Tabla 5 Cuadro comparativo factores críticos	61
Tabla 6 Detalle económico de la implementación	68
Tabla 7 Tiempo de ciclo/ recurso	70
Tabla 8 Formato checklist inicial	76
Tabla 9 Formato de inventario inicial	78
Tabla 10 Tarjeta roja	79
Tabla 11 Formato de elementos seleccionados	80
Tabla 12 Formato de check list de limpieza	83
Tabla 13 Detalle de propuesta Poka Yoke 1	87
Tabla 14 Detalle de propuesta Poka Yoke 2	89
Tabla 15 Datos actuales de la eficiencia	90
Tabla 16 Datos posteriores de la eficiencia	92
Tabla 17 Datos actuales de la eficacia	94
Tabla 18 Datos posteriores de la eficacia	96
Tabla 19 Datos actuales de la productividad	98
Tabla 20 Datos posteriores de la productividad	100
Tabla 21 Productividad antes y después de la mejora	105
Tabla 22 Datos estadísticos descriptivos de la productividad	106
Tabla 23 Prueba de normalidad de la productividad	107

Tabla 24 Prueba de contrastación de la hipótesis	109
Tabla 25 Eficiencia antes y después de la mejora	110
Tabla 26 Datos estadísticos descriptivos de la eficiencia	111
Tabla 27 Prueba de normalidad de la eficiencia	112
Tabla 28 Prueba de contrastación de la hipótesis	114
Tabla 29 Eficacia antes y después de la mejora	115
Tabla 30 Datos estadísticos descriptivos de la eficacia	116
Tabla 31 Prueba de normalidad de la eficacia	117
Tabla 32 Prueba de contrastación de la hipótesis	119

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama de Ishikawa	20
Gráfico 2 Diagrama de Pareto	22
Gráfico 3 Desperdicios Lean Manufacturing	33
Gráfico 4 Métodos poka yoke	37
Gráfico 5 Desperdicios de Lean Manufacturing	60
Gráfico 6 VSM actual	71
Gráfico 7 VSM futuro	74
Gráfico 8 Pasos a seguir para la clasificación	77
Gráfico 9 Rotulación de cajas	81
Gráfico 10 Señalización de repuestos	82
Gráfico 11 EPPS normalizados	84
Gráfico 12 EPPS guantes normalizados	84
Gráfico 13 Formato para auditoría interna	85
Gráfico 14 Contometro Mecánico	87
Gráfico 15 Disco Calibrador	88
Gráfico 16 Diagrama de barras de la eficiencia antes y después	93
Gráfico 17 Diagrama de barras de la eficacia antes y después	97
Gráfico 18 Diagrama de barras de la productividad antes y después	101

Gráfico 19 Productividad actual y posterior	107
Gráfico 20 Eficiencia actual y posterior	112
Gráfico 21 Eficacia actual y posterior	117

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia	135
Anexo 2 Check list inspección inicial	136
Anexo 3 Formato de inventario inicial	137
Anexo 4 Control de equipos de medición	138
Anexo 5 Control de herramientas	138
Anexo 6 Formato de elementos tarjeta roja	139
Anexo 7 Colocación de tarjetas roja 01	140
Anexo 8 Colocación de tarjetas roja 05	140
Anexo 9 Check list limpieza	141
Anexo 10 Cuadro de responsabilidad poka yoke	142
Anexo 11 Imágenes sobre el proceso de rebobinado	143
Anexo 12 Imagen del contometro mecánico	144
Anexo 13 Instrumentos	145

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejorará la productividad del área de Rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos. Esta investigación tuvo como variable independiente Lean Manufacturing que según Francisco Madariaga es un modelo de la organización y gestión del sistema de fabricación que incluye a las personas, maquinarias, materiales que tienen el fin de mejorar lo que es la calidad y servicio por medio de la eliminación del despilfarro o muda. Asimismo Humberto Gutiérrez nos dice que la variable dependiente Productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso, por lo que mejorar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos a usar. El tipo de investigación utilizado es de carácter Aplicada y de diseño Cuasi experimental.

Para la investigación se tomó como unidad de análisis a todos los registros de reparación de motores eléctricos a lo largo de 30 días hábiles. La muestra estuvo constituida por el 100% de la población. Se utilizó el test de shapiro wilk para contrastar la normalidad y para la contrastación de hipótesis la prueba no paramétrica de wilcoxon con el uso del software estadístico SPSS 24. La conclusión principal de la investigación fue que mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing se mejora la productividad en el área de Rebobinados en un 13%, la eficiencia en un 4.9% y la eficacia en un 11%.

Palabras claves: Lean Manufacturing, productividad, despilfarro.

ABSTRACT

The next research was aimed at determining how the implementation of Lean Manufacturing tools will improve the productivity of the Rewind area in the electric motor repair company. This research had as independent variable Lean Manufacturing that according to Francisco Madariaga is a model of the organization and management of the manufacturing system that includes people, machinery, materials that have the purpose of improving quality and service through the Elimination of waste or molting. Humberto Gutierrez also tells us that the dependent variable Productivity has to do with the results obtained in a process, so improving productivity is to achieve better results considering the resources to use. The type of research used is of Applied nature and of design Quasi experimental.

The population consisted of 30 repair service records taken daily in the Rewinds and Mechanical Repairs area. The sample consisted of 100% of the population. We used the Shapiro wilk test to compare normality and hypothesis testing the non-parametric test of wilcoxon with the use of statistical software SPSS 24. The main conclusion of the research was that the implementation of Lean Manufacturing tools improves the Productivity in the Rewind area by 13%, efficiency by 4.9% and efficiency by 11%.

Keywords: Lean Manufacturing, Productivity, Waste

I INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad las organizaciones empresariales buscan superarse y alcanzar sus metas ya que en las circunstancias que rige el mercado en el presente a nivel mundial, la productividad es la que marca la diferencia entre el éxito y el fracaso de un sistema productivo y por ende el de un negocio o empresa.

Es por esta razón que los distintos procesos que conforman una organización deben de ser controladas y mejoradas para poder estar a nivel de sus competidores y aumentar su productividad, algo imprescindible en toda organización actual y moderna que quiera tener éxito y mantenerse en el mercado.

En las empresas nacionales en el sector de la metalmecánica se ha registrado un gran crecimiento económico que ha generado un impulso de estos sectores en el país y por consiguiente un crecimiento de la productividad y la rentabilidad. Si bien es claro este sector ha ido adquiriendo una buena posición en el mercado, eso no refleja que sus procesos obtengan un producto o servicio con altos índices de eficiencia.

Según la revista (GESTIÓN, 2014) las empresas peruanas tienen la misión de identificar y resolver los problemas que afectan su productividad y por lo tanto los resultados en dichos negocios. Es por eso que en nuestro país la mejora de la productividad y la utilización de herramientas para poder lograrlo, se está implementando lentamente en las organizaciones y esta se verá reflejada en su productividad y por ende en la economía del país por medio de su competitividad regional.

En Sudamérica las empresas se rigen bajo la aplicación de algunas metodologías para tener en alza su productividad y la calidad de sus productos, tales metodologías como la de lean manufacturing, el ciclo deming etc. En el presente Chile y Brasil encabezan según el foro económico mundial el ranking de competitividad 2014-2015, que asegura la preocupación por la mejora de la productividad.

Esto debido a la implementación de factores y la mejora de las organizaciones empresariales en lo que respecta a sus procesos, procedimientos y calidad que determinan el nivel de la productividad de estos países

La empresa en donde se realizará el estudio se dedica a la reparación de motores eléctricos, y está ubicada en el distrito de Carabayllo, cuenta con 12 trabajadores y con una infraestructura de 800m². Siendo la etapa de la realización del trabajo en sí; es decir en el área de rebobinado y reparaciones mecánicas es donde se encontró la problemática de este estudio que radica en la baja productividad a causa del retraso de servicios de reparación realizados, mala organización en el área de trabajo y las reparaciones defectuosas que conlleva al deficiente uso de sus recursos y al incumplimiento de los servicios pedidos. Estos podrán ser medidos por indicadores como la calidad de los servicios realizados que medirá las reparaciones sin defectos y también el de servicio que medirá si los pedidos de servicio de reparación son entregados a tiempo.

Todas las causas identificadas traerán como efecto la baja productividad, también tendrán efectos negativos en la eficiencia y la eficacia. Esta es la razón por la cual la empresa de reparación de motores eléctricos FG debe tener prioridad en mejorar la productividad mediante la implementación de herramientas lean manufacturing que harán que mejore el uso eficiente de sus recursos y la eficacia en el cumplimiento de los servicios que se programan.

.

TORMENTA DE IDEAS (método del brainstorming)

Para obtener información sobre las causas principales que originan la baja productividad en el área de rebobinado y reparaciones mecánicas de la empresa de reparación de motores eléctricos FG, se empezó con la reunión del personal técnico y los jefes inmediatos para realizar una lluvia de ideas y posteriormente con los datos recolectados realizar el diagrama de Ishikawa.

Tabla 1: Técnica del Brainstorming

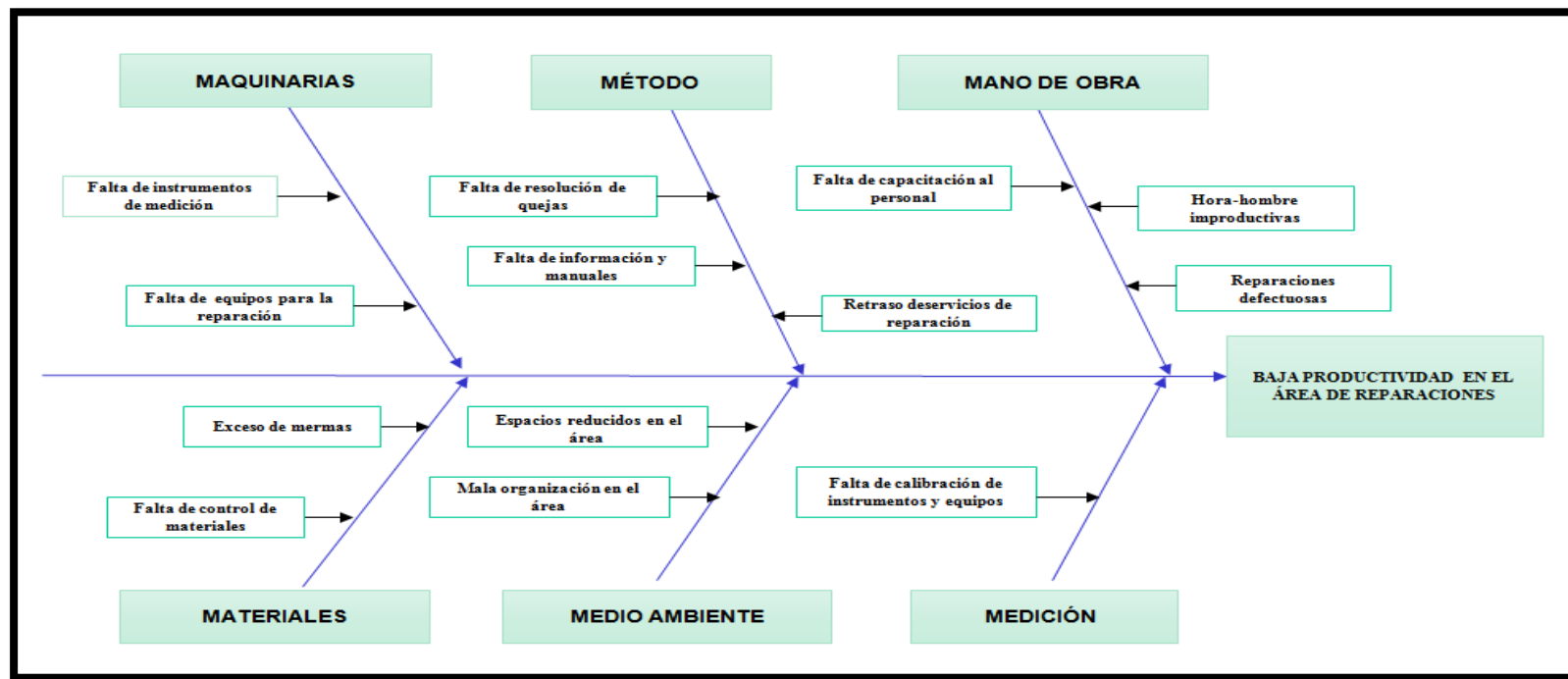
Tema	BAJA PRODUCTIVIDAD
Ítems	Causas
1	Falta de control de materiales
2	Falta de capacitación al personal técnico.
3	Retraso de servicios de reparación
4	Espacios reducidos en el área
5	Mala organización en el área
6	Maquinas – herramientas obsoletas
7	Falta de comunicación formal
8	Falta de información y manuales
9	Falta de resolución de quejas
10	Falta de instrumentos de medición
11	Falta de equipos para la reparación
12	Exceso de mermas
13	Falta de calibración de instrumentos y equipos
14	Horas-hombre improductivas
15	Reparaciones defectuosas
16	Demora en recepción de materiales
17	Alta presión de trabajo
18	Falta de comunicación formal
19	Instalaciones inseguras

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Con todos los datos que se obtiene del método del brainstorming, el siguiente paso es realizar el diagrama de Ishikawa, que ayudará al análisis de las causas posibles que originan la baja productividad en la empresa de reparación de motores eléctricos los cuales se agruparán mediante las 6M.

Gráfico 1: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

1.1.2 DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de pareto se utilizó para priorizar las causas principales que originan la baja productividad, lo cual se realizará por los eventos ocurridos más comunes de las causas que se obtuvieron por el diagrama de Ishikawa, dentro del área de la empresa de reparaciones de motores eléctricos.

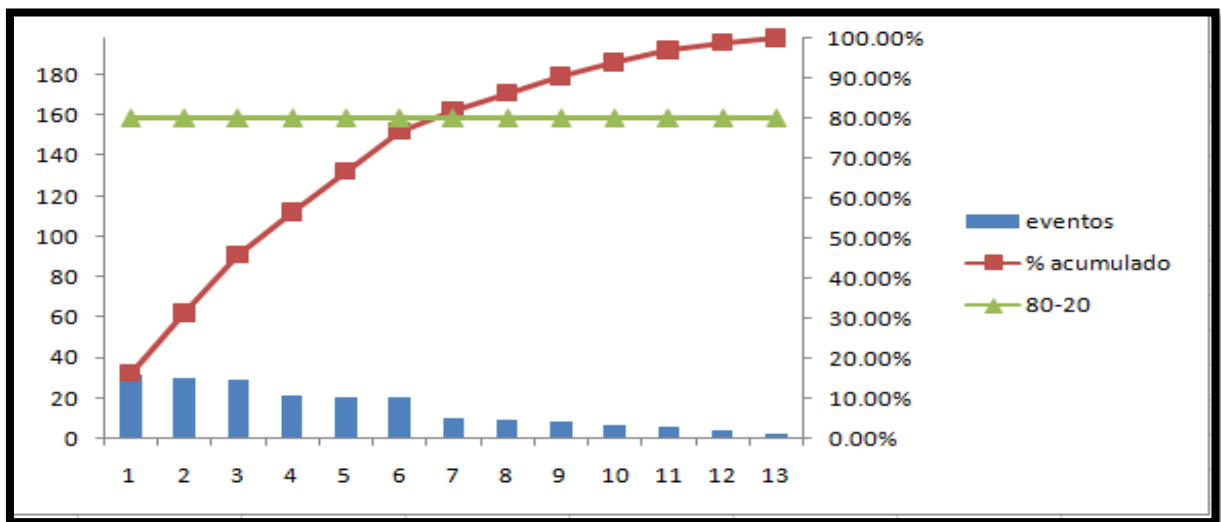
Tabla 2: Principales causas de la baja productividad

Causas de la baja productividad	eventos	% acumulado	Frecuencia acumulada	80-20
Retraso de servicios entregados	32	16.16%	32	80.00%
Mala organizacion	30	31.31%	62	80.00%
Reparaciones defectuosas	29	45.95%	91	80.00%
Hora - hombre improductivas	21	56.56%	112	80.00%
Falta de clasificacion de materiales	20	66.66%	132	80.00%
Falta de capacitacion al personal	20	76.76%	152	80.00%
Falta de resolucion de quejas	10	81.81%	162	80.00%
Falta de equipos para la reparacion	9	86.36%	171	80.00%
Falta de instrumentos de medicion	8	90%	179	80.00%
Falta de calibracion de instrumentos y equipos	7	93.93%	186	80.00%
Falta de informacion y manuales	6	96.96%	192	80.00%
Exceso de mermas	4	98.98%	196	80.00%
Espacios reducidos en el area	2	100.00%	198	80.00%

Fuente: Elaboración propia

Analizando los diversos puntos críticos en el área de bobinados se pudo detectar que la mayoría de eventos que se producen en el área se deben a las reparaciones defectuosas de los motores eléctricos entregados al cliente, también se debe la mala organización que se da en el área de trabajo, siendo las principales causas que originan la baja productividad en el área.

Gráfico 2: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2 se observa que la principal causa generadora de la baja productividad en el área de rebobinados son las reparaciones defectuosas de los motores eléctricos seguidos de la mala organización que se da en el área con respecto a la clasificación orden y limpieza que se debe mejorar.

Además de otras causas como los retrasos de entrega al cliente, falta de clasificación de materiales, horas-hombre improductivas y la falta de capacitación al personal por parte de la empresa.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

1.2.1 NACIONALES

GONZALES, Geraldine. Mejorar la productividad en el área de premezclas en la empresa Hensil srl aplicando la metodología del PHVA. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de San Martín de Porres. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2015, 425pp.

La investigación tuvo como objetivo mejorar la productividad en el área de premezclas de la empresa aplicando la metodología del PHVA. Otros objetivos fueron mejorar la planificación eficiente de los recursos, la calidad de los productos y mejorar las condiciones de trabajo. El autor utilizó el tipo de investigación aplicada, por los períodos de tiempo es longitudinal, experimental y aplicó la técnica de observación de campo para la recolección de sus datos aplicando las herramientas de tablas y datos proporcionadas por la empresa y fichas de recolección, tablas y cuadros elaboradas por el autor. Setuvo como conclusión que la implementación de mejoras en el área de producción permitió aumentar la productividad en cada uno de los productos patrón de dicha empresa dando una mejora de productividad total de 0.12 a 0.16 kg/s en el área de producción. También se mejoró los indicadores de gestión como la efectividad, por el aumento de la eficiencia y eficacia.

El trabajo de investigación tuvo un aporte relevante ya que permitió a la empresa en mención mejorar su productividad global la cual se ve reflejada en los indicadores de gestión como la efectividad, eficiencia y la eficacia.

CÓRDOVA R, Frank. Mejora en el proceso de fabricación de Spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). LIMA: Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, 2012, 151pp.

La investigación tuvo como objetivo realizar un nuevo modelo de implementación de herramientas de manufactura esbelta en una empresa metalmecánica de fabricación de spools. Esta investigación fue de tipo cuantitativo, de metodología

descriptiva explicativa y de diseño experimental. Tuvo como conclusión que después de localizar los defectos y aplicar la matriz para detectar los puntos críticos se determinó que los procesos que tienen problemas son los de soldadura, habilitado y calderería. Con el desarrollo del nuevo modelo de implementación se demostró que las herramientas kanban y 5S lograron un impacto en los puntos críticos de 62.07% en un impacto alto, 44.8% de impacto medio y un 20.7% un impacto leve en los defectos encontrados.

La investigación tuvo un aporte relevante con la implementación de herramientas lean manufacturing ya que permitió una mejor cálculo de los costos sobre el tiempo que se ha invertido y esto permite tomar en consideración ciertas actividades para la mejora de la productividad.

TORRES, María. Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. Tesis (Ingeniero Industrial).Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad De Ciencias e Ingeniería, 2014,116pp.

La investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad de la empresa de cerveza artesanal eliminando la rotura de stock y pérdidas monetarias ocasionadas por los cuellos de botella que se producen.Valiendose de metodologías ya existentes y la utilización de herramientas de la ingeniería industrial. El tipo de investigación que se utilizó es aplicada, utilizó la técnica de observación de campo para la recolección de datos, valiéndose de las fichas de datos y tablas y cuadros elaboradas por el autor como instrumento. Tuvo como conclusión que se incrementará la productividad utilizando un híbrido de la metodologías existentes adecuándolos al objetivo planteado en la empresa de cerveza artesanal. Además se incrementó la productividad ya que se redujo los productos defectuosos y el tiempo de ciclo disminuyo de 23.5 a 17 minutos.

La investigación tuvo un aporte primordial e importante para la empresa ya que se redujo algo muy importante como los productos defectuosos y el tiempo de ciclo de producción valiéndose de metodologías variadas para mejorar su productividad.

SANTA CRUZ, Omar. Implementación de manufactura esbelta en una empresa de hilados textiles para mejorar la productividad y el control de planta. Tesis (Ingeniero Industrial). Arequipa: Universidad Católica de Santa María. Programa profesional de ingeniería industrial, 2015, 214pp.

Como objetivo de esta investigación el autor sostuvo que fue la de implementar la metodología manufactura esbelta en la empresa de hilados textiles para mejorar la producción. Además de analizó la situación actual de la empresa, otros objetivos son la de identificar las herramientas que ayudarán a dar solución a la problemática y realizar las mediciones de los resultados del estudio. Este trabajo de investigación utilizó el método hipotético-deductivo, tipo de estudio de carácter aplicada, experimental, realiza las técnicas de observación de campo y el análisis documental, tiene como población a la producción de hilados textiles, como instrumento de recolección de datos utilizó registros generales de la empresa, cuadros y tablas estadísticos y fichas de recolección. En conclusión el autor sostuvo que se logrará aumentar la eficiencia de sus procesos a un nivel de 20 % y reducir el porcentaje de retrasos en sus líneas de producción mediante la implementación lo que brindará a la empresa un mayor nivel de competitividad, eficiencia y productividad.

El aporte primordial de la investigación es que a través de la implementación de herramientas Lean Manufacturing se logró aumentar la eficiencia, el nivel competitivo de la empresa y la reducción de retrasos en la producción de la planta.

ORTEGA, Fernando; VILCHEZ Mylena. Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de glp para incrementar la productividad de la empresa envasadora Caxamarca Gas S.A –Cajamarca. Tesis (Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería, 2012, 106pp.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de la propuesta para incrementar la productividad en la empresa envasadora de gas. Además de mejorar los métodos de trabajo, optimizar el uso de recursos en el procesos de envasado de balones GLP. El tipo de investigación que utilizó el

autor fue aplicada, de un diseño descriptivo, teniendo como población todos los elementos del proceso de envasado de los balones de GLP siendo la muestra igual a la población. Se tuvo como conclusión que fue posible lograr una adecuada administración de los recursos mediante los procesos u procedimientos eficientes. Todos los indicadores de eficiencia mejoraron con las propuestas planteadas. La productividad aumento en 38%, el tiempo ocioso disminuyo en un 36%.

Este trabajo de investigación contribuyó a que la empresa mejore la utilización de los recursos con la propuesta de mejora la línea de envasado, también se mejoró los indicadores de eficiencia que demuestran la viabilidad para incrementar la productividad, además disminuyo en gran porcentaje los tiempos improductivos.

1.2.2 INTERNACIONALES

PALACIOS, Eduardo. Mejora de la productividad en la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos SA mediante la implementación de un sistema de producción esbelta. Tesis (Maestría en ingeniería industrial y producción). Quito: Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería química y Agroindustria, 2016, 214pp.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad de la planta para identificar los procesos factibles de mejoramiento e implantar en ellos el sistema de producción esbelta para aumentar la productividad sin comprometer la calidad de productos y bienestar del personal. El trabajo de investigación utilizó el tipo de investigación aplicada, ya que uso teorías y métodos ya existentes para la resolución y planteamientos del problema, utilizó como instrumento el uso de diagramas de flujo, cuadros para que los registros sean claros y concisos y el análisis documental para analizar documentos proporcionados por la empresa. Se tuvo como conclusión que implementar el sistema de producción esbelta permitió un flujo continuo de materia prima y aumentar la productividad en la mano de obra de 6.42 a 7.77 kg de producto obtenido por hora hombre a la semana. También

aumentaron los índices de eficiencia en los procesos de cortes en el área de producción.

Esta tesis tuvo un aporte relevante ya que demuestra que la implementación del sistema de producción esbelta fue de suma importancia ya que aumentó la productividad de la mano de obra y mejoró la fluidez de la materia prima, además de aumentar los índices en otros procesos productivos de la empresa.

CABRERA, David; VARGAS, Daniela. Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas lean manufacturing tesis (Ingeniero Industrial).Santiago de Cali, Colombia: Universidad Icesi. Facultad de Ingeniería, 2011,204pp.

La investigación tuvo como objetivo mejorar el proceso productivo en una empresa dedicada a la confección mediante el uso de herramientas lean manufacturing. También la identificación de las herramientas lean que se pueden implementar. El tipo de estudio de la investigación fue de carácter aplicado de tipo descriptivo, utilizó el análisis documental y utilizó como instrumento las fichas de recolección de datos y los cuestionarios. El desarrollo de esta tesis será punto de partida para la implementación de herramientas lean que ayuden a mejorar la productividad de la empresa. Como conclusión de la investigación se permitió visualizar las actividades que no agregan valor al proceso mediante el VSM, identificadas estas se permitió la implementación de herramientas lean para mejorar el nivel productivo de la empresa mejorando los tiempos de fabricación de 15 min por prenda a 12 min, mejorando la eficiencia del uso de mano de obra a 12.21%.

Esta investigación tuvo un aporte importante ya que permitió observar las acciones o actividades que no agregan valor al proceso productivo. Dando cabida para que se utilicen algunas herramientas del lean manufacturing con el propósito de mejorar la eficiencia y la productividad.

ESPEJO, Leonardo. Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de escritura. Tesis (Ingeniero Industrial).Catalunya: Universidad politécnica de Catalunya, 2011,139pp.

La investigación tuvo como conclusión una vez definidos los parámetros actuales de la empresa, la de desarrollar e implantar mejoras productivas con el fin de aumentar la productividad, disminuir los despilfarros, etc. a través de la implementación de herramientas del lean manufacturing, como la 5s, el kanban y el smed. La metodología a la que recurre dicho proyecto fue de tipo de estudio aplicada, de enfoque cuantitativo, utiliza la técnica de observación de campo y tiene como instrumentos a fichas de recolección de datos, plan de acciones, tablas y cuestionarios.Como conclusión a este proyecto resultó que la implantación sobre la filosofía lean ha servido para reforzar la idea de que en la actualidad hay que adaptarse a las exigencias del mercado acercándonos a la mejora de la productividad en una organización.

La tesis realizada por el autor tuvo un aporte importante para la empresa porque afianzo las ideas de un cambio a través de la filosofía lean, llevando a la organización a mejorar y estar a nivel de la exigencias del mercado, generando motivación entre sus colaboradores y a la mejora de su productividad.

HERNÁNDEZ, Eduardo. Implementación de técnicas de manufactura esbelta (lean manufacturing) en una planta de empaque de productos terminados. Tesis (Ingeniero Industrial).Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2010,114pp.

La investigación tuvo como objetivo implementar las herramientas de la manufactura esbelta (lean manufacturing) en dicha planta para la mejora de la eficiencia y productividad de dicho modulo. La investigación utilizó la metodología de tipo aplicada, utilizó la observación de campo y el análisis documental como técnica para recolectar datos. Se vale de cuadros de check list, elaboración de cuadros descriptivo de datos de la empresa como instrumentos para registrar y mostrar información. Tuvo como conclusión realizar el análisis del trabajo de investigación en el área de empaque, además fue necesario la flexibilidad para adaptarse a los cambios y eliminar los despilfarros que afectan la productividad

del área mencionada la cual se verá reflejada en la a satisfacción del clienta y la elaboración de productos de calidad.

La contribución de este trabajo de investigación fue importante para la empresa ya que permitió determinar y eliminar los despilfarros que afectaban la productividad en el área de empaque, además de permitir tener más flexibilidad para la adaptación a los cambios necesarios en la actualidad.

CRUZ, Isabel; BURBANO, Jorge.Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas lean maufacturing, caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias xyz.Tesis (Magister en Ingeniería Industrial).Santiago de Cali: Universidad Icesi. Facultad de ingeniería, 2012,89pp.

El trabajo de investigación tuvo como finalidad elaborar un plan de mejoramiento del sistema productivo, utilizando para ese fin las herramientas de lean manufacturing. Además de seleccionar las herramientas lean manufacturing que sean aplicables para la eliminación de desperdicios que afecten la productividad.

El autor siguió una metodología de investigación aplicada, de diseño experimental y los datos recolectados fueron a través de técnicas como la de observación de campo. Tuvo como conclusión que la implementación de las herramientas Lean Manufacturing mejoró significativamente el sistema productivo en relación con la mejora de costos de producción y la mejora de servicios en la empresa a la que se le hace el estudio.

Esta tesis tuvo un aporte significativo para la empresa ya que rediseñó su sistema productivo ya que con esto se espera mejorar los costos de producción y los servicios que realiza la empresa, para esto se vale de la utilización de herramientas lean manufacturing que ayudara a incrementar su productividad.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS

1.3.1 Variable independiente: Lean Manufacturing

Definiciones de Lean Manufacturing

Según Rajadell y Sánchez (2010, p. 2), “Entendemos por Lean Manufacturing a la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio a todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

Según Madariaga (2013, p. 8), “El Lean Manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación (personas, maquinas, materiales y métodos) que persiguen mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante de despilfarro”.

Según Hernández y Vizán (2013, p.10), “Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicio”.

Para Cabrera (2012, p.1), “Esta metodología se basa en la reducción y eliminación de las actividades que no añaden valor agregado al producto o servicio desde la perspectiva del cliente final”.

Para Lareau y Kaufman (2003, p.185), “La fabricación ajustada o lean manufacturing, también conocida como fabricación/manufactura agilizada/esbelta/delgada/lean, etc. Es un término genérico que se da a las aplicaciones del sistema de producción Toyota. Este sistema se refiere tanto a fabricación flexible, manejable, como a la fabricación según el flujo de demanda.”

VENTAJA DEL LEAN MANUFACTURING

La mayor ventaja que tiene esta metodología se basa en tres factores claves

1.-Una estructura solida ofrece los sistemas administrativos y la metodología adecuada para obtener resultados rápidamente (este sistema se hace cargo de los despilfarros sin necesidad de muchos análisis; por esos es muy eficaz).

2.-Esta metodología opera correctamente en el personal de trabajo de campo y es ahí donde se produce los despilfarros (por lo general pasa desapercibido en los jefes).

3.-Obtiene resultados positivos en poco tiempo.

Parte de la eficacia de este método radica en que este incluye a la estructura, disciplina y el enfoque en cada caso necesario. Si este método se emplea correctamente es capaz de generar en los colaboradores de tener sus obligaciones como algo propio (Lareau y Kaufman, 2003, p.185).

PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING

La metodología lean manufacturig consta de un proceso de 5 pasos:

1.-Definir qué agrega valor para el cliente: En esta parte desde la perspectiva del cliente se define que es lo que agrega valor con la finalidad de eliminar los desperdicios que aumentan el costo del producto o servicio.

2.-Realizar el mapa del proceso: Realizar un mapa de flujo de información y de los materiales (cadena de valor) que se utilizan para que por medio de indicadores identificar oportunidades de mejoras y eliminar los despilfarros.

3.-Crear flujo continuo: En esta etapa se debe crear en el proceso un flujo continuo y de orden estricto para que los materiales y la información vayan de manera rápida y puedan visualizarse los problemas. Siendo el objetivo hacer fluir el flujo de valor sin ningún obstáculo.

4.-Lograr que el cliente“jale” lo que requiere: En esta etapa hay que dejar que el cliente jale todas las actividades que le dan valor agregado a los productos, comenzando desde el inicio del proceso pasando por las estaciones anteriores.

5.-Continuar haciéndolo hasta alcanzar la perfección: Cuando los pasos anteriores estén implementados, hay que volver a iniciar el proceso y tratar de continuar haciéndolo hasta alcanzar la perfección y no encontrar despilfarros.(Villaseñor y Galindo, 2007, p.59).

LOS PILARES DEL LEAN MANUFACTURING

Para la implantación del lean maufacturing exige el conocimiento de conceptos, herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos claves como son la rentabilidad, competitividad y satisfacción al cliente. Los pilares del lean manufacturing son:

La filosofía de mejora continua (kaizen).

Control total de calidad.

El just in time.

LOS 7 TIPOS DE DESPERDICIOS DEL LEAN MANUFACTURING

Gráfico 3:Desperdicios del Lean Manufacturing

TIPO DE DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN
SOBREPRODUCCION	Producto que no se vendió Producto que será vendido a un precio más bajo Producto realizado antes de ser requerido
INVENTARIO	Producto terminado y almacenado Producto almacenado entre fases del proceso
MOVIMIENTO DE MATERIALES O TRANSPORTE	Movimiento de materias primas en el proceso de producción (desde la compra hasta el cliente)
PRODUCTOS DEFECTUOSOS O RETRABAJADOS	Productos que se requieren volverse a trabajar por tener defectos
MOVIMIENTOS	Procesos innecesarios entre pasos de los procesos. Por ejemplo guardar en un empaque el producto sin terminar y sacarlo del empaque para continuar el proceso
PROCESO	Realización de pasos y movimientos innecesarios para la obtención del producto requerido por el cliente
ESPERA	Periodo de producción nula, en el cual el operador, la maquinaria o ambos esperan algo para continuar trabajando
INFORMACION	Falta o exceso de información; también se refiere al mal uso que se haga de ella

Fuente: Villaseñor y Galindo (2007)

LEAN MANUFACTURING Y EL USO DE RECURSOS

Esta metodología está ligada a la optimización del uso de los recursos que interviene en la producción de un bien o servicio. Según Madariaga (2013, p.29), en términos generales podemos decir que el lean manufacturing persigue la mejora de la utilización de los recursos que participan en el procesos de producción de un producto o servicio, tales recursos como lo son los materiales, personas y maquinas, el Lean Manufacturing tratará de eliminar despilfarros relacionados a estos.

HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING

Para la aplicación del Lean Manufacturing se empleara algunas herramientas como.

Metodología de las 5s: “La metodología de las 5s sigue un procesos establecido en cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.65).

Heijunka: “Metodología que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un día o turno de trabajo” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 71).

Kanban: “Consiste en que cada procesos retira conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzos a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.121).

Smed: “Las técnicas de reducción del tiempo de cambio pueden definitivamente aplicarse en cualquier empresa para reducir el plazo de fabricación” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 137).

Poka Yoke: “Método que ayuda al operador a evitar errores en su trabajo causados por olvidar alguna parte del proceso o bien por instalar una parte equivocada” (Villaseñor y Galindo, 2007, p.33).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

1. Realización del Value Stream Mapping (vsm) de la situación actual: Antes de iniciar el proceso de aplicación de herramientas lean manufacturing fue necesario realizar una descripción gráfica de la situación actual de la empresa, mostrando e identificando todas las actividades que se realizaron a lo largo del proceso. Para esta práctica de realizar una descripción gráfica o mapeo (VSM) fue necesario recopilar toda la información y datos de la planta que sean actuales.

2. Realización del Value Stream Mapping (vsm) del estado futuro: Una vez que se ha realizado el vsm actual hay que realizar la gráfica del vsm futuro en la cual se representó a lo que se quiere llegar. Para ello se identificó las oportunidades de mejora en el proceso adecuado el vsm actual. Las herramientas del Lean Manufacturing son la base de estas mejoras identificadas.

3. Identificación de oportunidades de mejora: Las oportunidades de mejora que se encuentran los procesos de la empresa de reparación de motores eléctricos, son en la mayoría despilfarros que dependen de la propia empresa, estos permitieron empezar con el desarrollo del vsm futuro y la de identificación de herramientas a utilizar.

4. Definición de herramientas a utilizar: Después de realizar un análisis por parte del comité Lean Manufacturing de la empresa se determinó las actividades Lean manufacturing y se realizó la definición de que herramientas se utilizaron en función a las oportunidades de mejora, recursos de la empresa y habilidades disponibles.

HERRAMIENTAS A UTILIZAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LEAN MANUFACTURING

Las herramientas a utilizar para la implementación del Lean Manufacturing en la empresa de reparación de motores eléctricos son:

1. Metodología de las 5S: “La implantación de las 5S sigue un proceso establecido en cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de empresa y la consideración de aspectos humanos” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 50).

La metodología de las 5S sigue las siguientes fases de implantación:

SEIRI: “La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que ni se necesita”(Rajadell y Sánchez, 2010, p. 50).

SEITON: “Organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de los elementos necesarios” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 54).

SEISO: “Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar el fugai (palabra japonesa traducible por defecto) y eliminarlo. En otras palabras, seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos”(Rajadell y Sánchez, 2010, p. 56).

SEIKETSU: “Seiketsu es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, porque permite sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables”(Rajadell y Sánchez, 2010, p. 59).

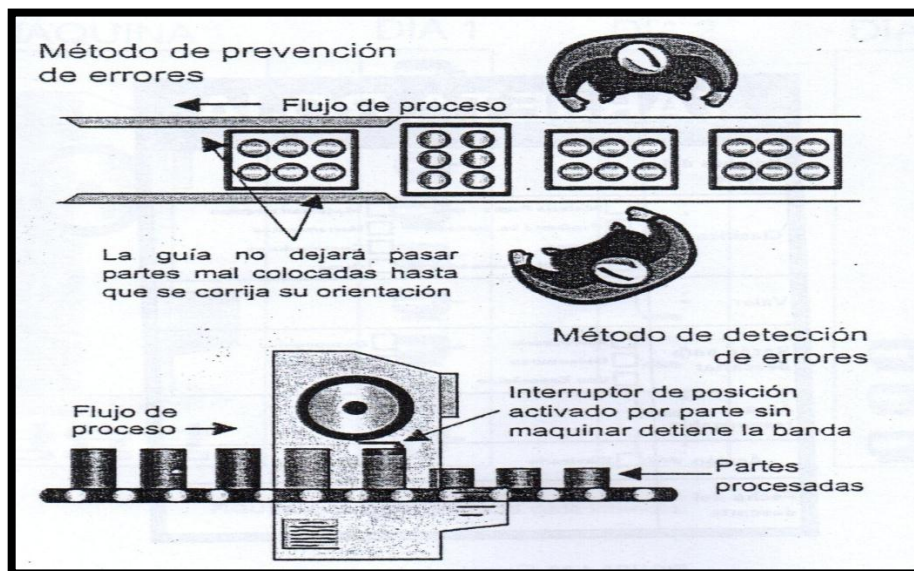
SHITSUKE: “Shitsuke se puede traducir por disciplina o normalización y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada”(Rajadell y Sánchez, 2010, p. 62).

2. Poka Yoke: “Los sistemas poka yoke son comúnmente llamados sistemas a prueba de errores, ya que se verifica el proceso antes de llevarlo a cabo y están basados en conocer el error que causa un defecto”(Villaseñor y Galindo, 2007, p.33).

El sistema poka yoke se basa en el diseño e implementación de dispositivos que prevengan los errores recurrentes. Algunos ejemplos de poka yoke son:

- Diseñar elementos con forma física particular que resulte imposible que le operario instale partes en forma errónea.
- Instalar sensores, contadores y cualquier otra herramienta que permita al operario asegurarse que colocó y tomó las partes adecuadas (Villaseñor y Galindo, 2007, p.33).

Gráfico 4: Métodos de Poka Yoke



Fuente: Villaseñor y Galindo (2007)

1.3.2 Variable Dependiente: Productividad

Definiciones de Productividad

“La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un procesos o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2010, p.21).

Se puede definir a la productividad como la cantidad de elementos de salida por los elementos de entrada. Esta mide la eficiencia de cómo se usan los recursos productivos. La productividad está ligada a la mejora empresarial y a la calidad ya que a mayor productividad se elevara la eficiencia del proceso y se obtendrá mejores precios (más competitivos) y nuevos clientes (Fernández, 2013, p.73).

La productividad se puede definir como la relación de producción e insumos, así como la relación de lo que entra y lo que sale, o la relación de lo que se obtiene entre los recursos que se usaron para obtenerlo (Olavarrieta, 1999, p.49).

Según López (2013, p.11), “La productividad se realiza por medio de la gente, de sus conocimientos y de recursos de todo tipo, para producir o crear de forma masiva los satisfactores a las necesidades y deseos humanos”.

Según Prokopenko (1989, p.3), “Aunque la productividad puede significar cosas diferentes para diferentes personas el concepto básico es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos”

EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

Según (López, 2013, p.16). “La eficiencia y la productividad, coexisten y son inseparables en la práctica; por ello el concepto de la productividad trae intrínseco el de la eficiencia; por lo que puede decirse con mucha propiedad eficiencia productiva o productividad eficiente como si fuera una radiografía de la productividad”

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

De acuerdo a su definición es el resultado de dividir lo producido y el valor de los insumos empleados, esto está supeditado a un tiempo tan largo como un año o corto como lo que se requiera. Si se tiene interés en medir productividades parciales de algún insumo están deben ser medidas con frecuencias adecuadas para tener una retroalimentación rápida que permita tomar medidas correctivas para mantener un buen nivel de productividad.

Son tantas las productividades parciales que se dan en una empresa que solo conviene medir las que son realmente significativas de acuerdo al tipo de actividad de la empresa (Olavarrieta, 1999, p.54).

TIPOS DE MEDIDA DE LA PRODUCTIVIDAD

Productividad de mano de obra: Este tipo de medida de productividad no es más que un índice comparativo entre diferentes empresas competidoras, como por ejemplo para producir un automóvil en diferente empresa se necesitan diferentes cantidades de hora hombre para producirlo. Claro está que las empresas que están en desventaja tratarán de corregirlo aplicando medidas para mejorar la eficiencia (Olavarrieta, 1999, p.55).

Productividad de materiales: Este tipo de índice de productividad proviene de la productividad parcial que es muy útil e importante si el costo del material a emplear representa un costo importante del costo total del producto o servicio. (Olavarrieta, 1999, p.56).

Productividad energética: Este tipo de índice se puede expresar como la cantidad de producción (bienes o servicios) por cantidad de energía (kw-hora), es de suma importancia para aquellas empresa que tienen alto consumo de estas (energía o combustible) (Olavarrieta, 1999, p.56).

FACTORES DEL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad afianza su mejora, dependiendo en la medida en que se identifiquen y utilicen los factores del sistema de producción social. Como el interés básico es el enfoque económico de los factores de gestión mucho más que los factores de productividad como tales, se sugieren una clasificación en dos categorías: Externos (no controlables) e Internos (controlables) (Prokopenko, 1989, p.9).

Los factores externos no pueden ser controlados por una organización determinada, siendo estos por ejemplo las administraciones públicas, o instituciones asociados a grupos regionales, políticas fiscales, legislaciones de trabajo, política de precios por lo que las organizaciones industriales no pueden hacerlo por sí mismas. (Prokopenko, 1989, p.10).

Los factores internos se pueden modificar fácilmente en comparación con otros y se clasifican en dos grupos: los duros (no se cambian fácilmente) y los blandos (fáciles de cambiar).

Factores duros: Productos, tecnología, equipos, materias primas.

Factores blandos: Fuerza de trabajo, sistemas y procedimientos, dirección y métodos de trabajo.(Prokopenko, 1989, p.11).

DIMENSIONES DE LA PRODUCTIVIDAD

EFICIENCIA

Es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos que se han utilizado, buscar la eficiencia es tratar de optimizar los recursos sin tener algún desperdicio de ella (Gutiérrez, 2010, p.21).

$$\frac{\text{horas-hombre reales para el servicio}}{\text{horas-hombre programadas para el servicio}} = \text{Eficiencia}$$

EFICACIA

Es el grado en que se puede realizar las actividades planeadas y se alcanzan los resultados que se tienen planeados, por lo tanto busca utilizar los recursos para alcanzar lo planificado (Gutiérrez, 2010, p.21).

$$\frac{\text{servicios de reparación producidos}}{\text{total de ordenes de servicios programados}} = \text{Eficacia}$$

1.3.3 MARCO CONCEPTUAL

El Lean Manufacturing se basa en la eliminación del desperdicio mediante una gama de herramientas que lo que va hacer es mejorar los procesos y sistemas en un organización que produce un bien físico o un servicio.

Las herramientas del lean manufacturing proporcionan a la empresa que las implementa pequeñas y frecuentes mejoras a lo largo de un periodo. Por ello las empresas que logran implementarla lograrán un ritmo de mejora e incremento de la competitividad y productividad de manera óptima y sostenida en el tiempo.

La consigna del lean manufacturing es la eliminación del desperdicio o muda que es todo aquello que no produce valor al producto o servicio y por el cual el cliente no está dispuesto a pagar. Cabe resaltar que el desperdicio no solo se muestra en zona de producción o en el campo de trabajo, sino también en la parte administrativa entonces obliga a considerar a todas las áreas de la empresa.

La productividad no es más que la relación entre la cantidad de lo que produce una empresa cualquier fuera el producto ya sea un bien tangible o un servicio y todos los recursos que se han invertido para producirlos.

La productividad puede ser medida mediante la eficiencia y la eficacia. La eficiencia de cómo se están utilizando los recursos que tiene la empresa, y la eficacia es referente a las metas que tiene la empresa y si el objetivo es alcanzado.

Si hay algo importante que resaltar sobre la productividad es que está asociado a lo que se refiere al crecimiento económico y su decreciente rendimiento afecto directamente en forma significativa el uso de la mano de obra, por lo tanto afecto a su población y directamente a su salario.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017?

1.4.1 Problemas específicos

¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017?

¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.2 Justificación práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010, p.106).

La investigación buscó encontrar una solución práctica a los problemas que se encontraron en la empresa de reparación de motores eléctricos; como la baja productividad, la mejora de números de servicios prestados al cliente y el buen uso de sus recursos mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing.

1.5.1 Justificación teórica

“En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”(Bernal, 2010, p.106).

La investigación buscó mediante conocimientos teóricos y su aplicación de ellos generar reflexión y crear un debate académico sobre los conocimientos ya existentes, contribuyendo mediante esta investigación a generar reflexiones académicas y científicas.

1.5.3 Justificación económica

Mediante esta investigación se buscó que la implementación de herramientas Lean manufacturing reduzca los problemas encontrados en el área y así generar mejoras económicas eliminando las pérdidas de tiempo en los procesos y brindándole al cliente plena satisfacción.

1.5.4 Justificación metodológica

“La justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (Bernal, 2010, p.107).

Se utilizó metodologías y técnicas de investigación científica que ayudaron a solucionar algunos problemas y la relación de las variables del estudio y ver el efecto que tendrá la implementación de las herramientas de lean manufacturing con la mejora de la productividad generando conocimiento para su posterior aplicación.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

1.6.2 Hipótesis específicos

La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejorará la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

1.7.2 Objetivos específicos

Establecer como la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejorará la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

Determinar como la implementación herramientas de Lean Manufacturing mejorará la eficacia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

II MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Dentro de los tipos de diseño a escoger para el diseño de la investigación pueden ser los cuasi experimental o los pre experimental para nuestro caso de investigación se eligió el modelo cuasi experimental.

Según Valderrama (2014, p.65), “Manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes; solamente difirieren de los experimentos verdaderos en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial”

Por su alcance temporal la presente investigación fue longitudinal ya que se vieron los cambios a lo largo de un tiempo determinado con el propósito de analizar los cambios que presenta una población.

ESQUEMA:

DONDE:

O1: PRE TEST

X: TRATAMIENTO

O2: POST TEST

G: O1 ----X---- O2

2.1.1 TIPO DE ESTUDIO

Según Valderrama (2014, p.165) “La investigación aplicada busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar, le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta”

El tipo de la presente investigación fue aplicada ya que se trató el problema de la baja productividad para darle una solución de manera práctica y concreta.

Según su nivel la presente investigación es de carácter explicativa ya que; mediante este tipo de investigación que requiere de combinar varios métodos trata de dar cuenta del porque del objeto que se investiga (Quezada, 2010, p.23).

Es de carácter explicativo porque respondió por las situaciones y hechos que se manifestaran cuando se aplique la implementación de herramientas lean manufacturing, además de los resultados obtenidos.

Sera descriptiva porque “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos” (Quezada, 2010, p.26).

La investigación es descriptiva porque trató de medir y evaluar todos los datos posibles sobre aspectos o componentes que se dan en el proceso de mejorar la productividad mediante la implementación de las herramientas de lean manufacturing.

Según su naturaleza la investigación es de enfoque cuantitativo ya que; trató de resolver los problemas y situaciones mediante la toma de datos estadísticos para verificar la verdad o falsedad de la hipótesis (Valderrama, 2014, p.145).

2.2 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Lean Manufacturing

Según Madariaga (2013, p. 8), “El lean manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación (personas, maquinas, materiales y métodos) que persiguen mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante de despilfarro”.

Dimension1: Calidad

Dimensión2: Servicio

Variable dependiente: Productividad

Para definir a la productividad el siguiente autor nos dice en su concepto “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un procesos o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2010, p.21).

Dimensión1: Eficiencia

Dimensión 2: Eficacia

INDICADORES LEAN MANUFACTURING A UTILIZAR

1. Defectos por unidad (DPU): Este indicador lean manufacturing mide el nivel de defectos en un proceso mediante la relación de unidades producidas que tienen un defecto y el número total de lo que se produce.

Para la investigación este indicador lean manufacturing se utilizó para medir cuantos servicios de reparación están siendo defectuosos en la empresa de reparación de motores eléctricos.

$$DPU = \frac{N^{\circ} \text{ de defectos observados}}{N^{\circ} \text{ de unidades producidas}} \times 100$$

2. Pedidos entregados a tiempo (OTD): Este indicador mide el nivel de cumplimiento de la empresa para realizar la entrega de los pedidos en la fecha que se tiene acordado con el cliente. El no cumplimiento de lo pactado impacta fuertemente al servicio al cliente.

Para nuestra investigación este indicador lean nos sirvió para medir si se están cumpliendo con la entrega a tiempo de los servicios de reparación al cliente.

$$OTD = \frac{N^{\circ} \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos solicitados}} \times 100$$

Variable independiente: Lean Manufacturing

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
LEAN MANUFACTURING	Según Madariaga (2013, p. 8), "El lean manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación (personas, maquinas, materiales y métodos) que persiguen mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante de despilfarro".	El lean manufacturing se puede evaluar, tomando en cuenta la calidad y el servicio que serán medidos mediante el indicador de defectos por unidad y de pedido entregados a tiempo. Se usaran fichas de recolección de datos para la operacionalización	Calidad	Defectos por unidad (DPU) $\frac{N^{\circ} \text{ de defectos observados}}{N^{\circ} \text{ de unidades producidas}} \times 100$	Razón
			Servicio	Pedidos entregados a tiempo (OTD) $\frac{N^{\circ} \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos solicitados}} \times 100$	

Variable dependiente: Productividad

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
PRODUCTIVIDAD	Para definir a la productividad el siguiente autor nos dice en su concepto “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un procesos o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2010, p.21).	La productividad también se le puede evaluar tomando en cuenta la eficacia y la eficiencia y serán medidos mediante indicadores como el índice de utilización de mano de obra y el índice de servicios de reparación realizados. Se usarán fichas de recolección para los datos a operar	Eficiencia	<p>uso mano de obra</p> $\frac{h - h \text{ utilizadas para el servicio}}{h - h \text{ programadas para el servicio}} \times 100$	Razón
			Eficacia	<p>servicios de reparación realizados</p> $\frac{n^\circ \text{ servicios producidos}}{\text{total de ordenes de servicios programados}} \times 100$	

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 POBLACIÓN

“Conjunto de todos los individuos (personas, objetos, animales; etc.) que porten información sobre el fenómeno que se estudia. Representa una colección completa de elementos (sujetos, objetos, fenómenos o datos) que poseen algunas características comunes”(Quezada, 2010, p.95).

La población para la investigación estuvo conformada por los registros de reparación de motores eléctricos a lo largo de 30 días hábiles.

Unidad de análisis

Las unidades de análisis es todo aquello que se puede examinar y que de ellas se puede crear descripciones sumarias y se podrán explicar sus diferencias.

Para la investigación se tomó como unidad de análisis a todos los registros de reparación de motores eléctricos a lo largo de 30 días hábiles.

2.3.2 MUESTRA

“La muestra, por otro lado, consiste en un grupo reducido de elementos de dicha población, al cual se le evalúan características particularmente, generalmente, con el propósito de inferir tales características a toda la población” (Quezada, 2010, p.95).

Para la investigación la muestra fue igual a la población por lo tanto se pudo obtener los datos de la misma población.

Según Arias (2006, p.82), “Si la población por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia, se podrá investigar u obtener datos de la población objetivo”

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1 TÉCNICAS

“En la actualidad, en investigación científica hay gran variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una determinada investigación” (Bernal, 2010, p.192).

Para la investigación se utilizó las siguientes técnicas de recolección de datos:

Observación de campo: Utilizará esta técnica ya que “Permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica”. (Quezada, 2010, p.235).

La técnica de observación de campo se realizó en el área de bobinados de la empresa de reparación de motores eléctricos la cual nos permitió visualizar el proceso y brindarnos la información y recolección de datos para la investigación.

Análisis documental: Como su nombre lo indica se basa en documentos de cualquier especie ya sea bibliográfica, hemerográfica y archivística. la primera utiliza consulta de libros, la segunda artículos o ensayos de revistas o periódicos y la ultima cartas, oficios expedientes, etc. (Quezada, 2010, p.23).

Para esta técnica se utilizó todos los documentos validos de la empresa de reparación de motores que permitirán localizar, recoger y analizar los datos e información que se encuentran registrados en dichos documentos.

2.4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que se tiene en mente” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.200).

Para la investigación se utilizó como instrumento de recolección: fichas de recolección de datos, hojas de toma de datos, para la técnica de observación de campo y para el análisis documental se utilizará fichas bibliográficas, auto informes, registros de la empresa, informes de producción.

2.4.3 VALIDEZ

Un juicio de expertos son las opiniones que brindan los profesionales de experiencia, ya sea por el asesor o especialista en investigación, con el único propósito de que las preguntas tengan un sentido y sea comprensible (Valderrama, 2014, p.199).

Para la validez de los instrumentos se recurrió al juicio y opinión de expertos ingenieros industriales que validaron el instrumento utilizado en la investigación.

2.4.4 CONFIABILIDAD

“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.200).

La confiabilidad de los datos tomados en la investigación se da porque son datos e información internos de la empresa de Reparación de motores eléctricos, las cuales son tomadas con instrumentos que están debidamente certificados.

2.5 ANÁLISIS DE DATOS

Descripción de los métodos de estadística que se van emplear para la presente investigación con la intención de que se puedan tener acceso a los datos consignados y puedan verificarse los resultados obtenidos.

Para la investigación se tuvo dos niveles de complejidad:

Análisis Descriptivo: Utiliza la estadística descriptiva y sus herramientas como la media, la varianza, la mediana, etc. “Podemos definir a la estadística descriptiva como un método para describir numéricamente conjuntos numerosos” (Vargas, 1995, p.33).

El análisis descriptivo analizó los datos utilizando la media, la desviación estándar mostrando los datos de un antes y después de la implementación de las herramientas Lean manufacturing para mejorar la productividad.

Análisis ligado a la hipótesis: Utiliza la estadística inferencial con el objetivo de probar las hipótesis de la investigación “Es un área de esta ciencia que se dedica al análisis y a la elaboración de los datos, con métodos basados en la teoría de probabilidades” (Díaz, 2006, p.144).

Para el análisis de datos ligado a la hipótesis se utilizó el software SPSS Volumen 24, la cual nos ayudó a realizar la prueba de normalidad y saber que prueba se tomará para el análisis de datos ya sea wilcoxon o T-student según el resultado de la significancia.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

Se asegura que los datos mostrados en la investigación tuvieron la veracidad correspondiente y mostraron los resultados obtenidos en el trabajo de campo de la empresa de Reparación de motores eléctricos. La información y datos que proporciona la empresa son veraces así como la identificación de los colaboradores que son parte de la investigación.

2.7 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

2.7.1 SITUACION ACTUAL

La situación actual de la empresa de Reparación de motores eléctricos pasa por el problema de la baja productividad en el área de reparaciones mecánicas y rebobinado. Para la identificación de las causas que aqueja dicho problema se procedió a realizar visitas e inspecciones en la empresa para poder visualizar en el proceso las causas que originan la baja productividad, desde la recepción de los motores eléctricos hasta el despacho y entrega al cliente, además se contó con la colaboración de los operarios técnicos y los jefes que brindarán importantes opiniones sobre la situación actual de la empresa.

El sector comercial a que pertenece la empresa es la de realizar servicios de mantenimiento correctivo y preventivo de maquina eléctricas (motores y transformadores). Teniendo el siguiente CIIU.

Tabla 3: clasificación de sector industrial

Sección	K	Actividades empresariales y de alquiler
División	74	Otras actividades empresariales
Grupo	749	Actividades empresariales n.c.p
Clase	7499	Otras actividades

Fuente: Elaboración Propia.

Otro aspecto importante en la situación actual de la empresa es el retraso de los pedidos de entrega de servicios de reparación de motores eléctricos al cliente final. Punto muy importante ya que la satisfacción al cliente es base primordial para la empresa y la generación de nuevos clientes.

MEDICIÓN DE LOS SERVICIOS ENTREGADOS A TIEMPO AL CLIENTE

Para la medición de los pedidos de servicios de reparación entregados a tiempo se recolectaron datos de los registros de servicios de reparación a través de 30 días. Este indicador mostrara si los pedidos de servicio de reparación están siendo entregados a tiempo al cliente.

Tabla 4: Pedidos entregados a tiempo

Día	Pedidos de servicio entregados a tiempo	Pedido de servicios solicitados	OTD	OTD %
1	5	8	0.625	62.5%
2	6	8	0.75	75%
3	6	8	0.75	75%
4	5	8	0.625	62.5%
5	6	8	0.75	75%
6	5	8	0.625	62.5%
7	6	8	0.75	75%
8	5	8	0.625	62.5%
9	6	8	0.75	75%
10	5	8	0.625	62.5%
11	5	8	0.625	62.5%
12	6	8	0.75	75%
13	6	8	0.75	75%
14	5	8	0.625	62.5%
15	5	8	0.625	62.5%
16	5	8	0.625	62.5%
17	5	8	0.625	62.5%

18	5	8	0.625	62.5%
19	6	8	0.75	75%
20	6	8	0.75	75%
21	6	8	0.75	75%
22	5	8	0.625	62.5%
23	6	8	0.75	75%
24	6	8	0.75	75%
25	6	8	0.75	75%
26	5	8	0.625	62.5%
27	6	8	0.75	75%
28	6	8	0.75	75%
29	5	8	0.625	62.5%
30	5	8	0.625	62.5%

Fuente: Elaboración propia

El promedio de los pedidos entregados a tiempo en la situación actual de la empresa es de 0.7019 que expresado en porcentaje es un 70.19%, cifra que se espera mejorar con la implementación de herramientas lean manufacturing.

Medición de los servicios de reparación defectuosos

30 días hábiles	N de defectos observados	N de unidades producidas	DPU	DPU %
	27	175	0.154	15.42%

Fuente: Elaboración propia

El promedio de los servicios de reparación con defectos en la situación actual de la empresa es de 27 unidades de un total de 175 unidades reparadas a lo largo de 30 días, cifra que representa que 15.42% son reparaciones defectuosas

PROCESO PRINCIPAL DE LA EMPRESA

El proceso principal de la empresa es la reparación de motores eléctricos para lo cual se siguen los siguientes pasos para el cumplimiento de dicho proceso.

Solicitud de trabajo: El cliente se comunica con la empresa, y da detalles de los requerimientos para la realización del trabajo, asimismo da las especificaciones técnicas del motor a reparar.

Envío de presupuesto: Realizada la evaluación se le manda al cliente un presupuesto aproximado, ya que es necesario tenerlo físicamente en planta para realizar uno definitivo.

Confirmación del trabajo: El cliente acepta las condiciones de trabajo y el presupuesto enviado por la empresa.

Recepción del motor en la empresa: El motor es traído a la empresa o se manda una unidad para el recojo en la empresa del cliente previa coordinación.

Realización del orden de trabajo: El motor llega a planta y se genera la OT por parte de la administración.

Ingreso del motor a pruebas iniciales: El motor eléctrico pasa por estas pruebas para evaluar su condición actual y constatar lo necesario para su reparación. Se procede a realizar su ficha técnica que se adjuntará con la OT.

Realización del trabajo: El motor eléctrico pasará por reparaciones eléctricas y mecánicas según lo que se requiera.

Despacho del motor eléctrico: Finalizado el trabajo se comunica al cliente para su recojo o se envía a una unidad para la entrega en su empresa.

Cobro de la reparación: El motor es facturado y el cliente paga ese monto según lo acordado.

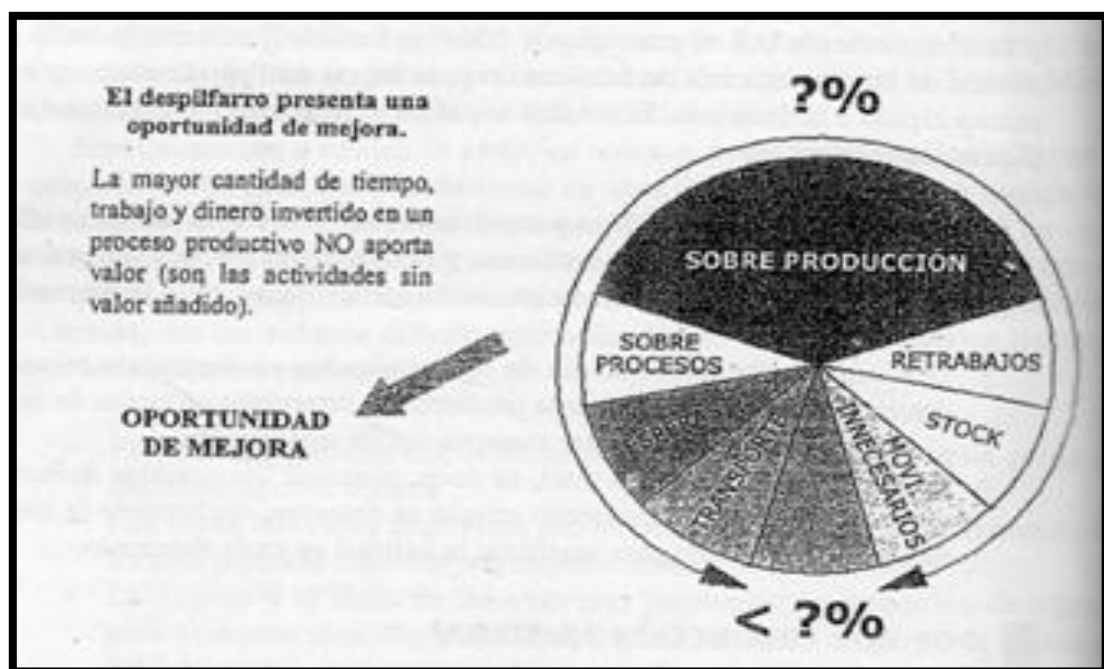
2.7.2 PROPUESTA DE MEJORA

La elección de la alternativa de solución a los problemas del área de bobinados de la empresa de Reparación de motores eléctricos se da mediante la implementación de herramientas lean manufacturing por ser esta una metodología que tendrá por objetivo crecer y alinear a todo a la empresa hacia un bien común más allá del monetario, además de generar valor al cliente y a la empresa.

Además permitió un nuevo diseño del proceso trabajo en la empresa e intentar reducir el tiempo ocioso y las horas hombre perdidas originados por pasos y movimientos innecesarios que no añaden valor al producto o servicio.

A comparación con otras metodologías, el Lean Manufacturing nos proporcionó las herramientas adecuadas para la eliminación de las causas que originan las horas hombre perdidas, ya que el Lean Manufacturing lo selecciona como un tipo de despilfarro o muda.





Gráfico 5: Desperdicios del Lean Manufacturing



Fuente: Rajadell y Sánchez (2010)

Para la elección de la propuesta de mejora, el comité Lean Manufacturing realizó un cuadro comparativo, analizando los principales factores críticos que se encontraron en la empresa de reparación de motores eléctricos.

Tabla 5: Cuadro comparativo según factores críticos

FACTORES CRÍTICOS	LEAN MANUFACTURING	CICLO DEMING	ESTUDIO DE TRABAJO	MEJORA DE PROCESOS
No se necesitan muchos requisitos				
Movimientos innecesarios de los operarios técnicos				
Simplicidad en los conceptos que maneja				
Desorden y aspecto sucio del área				
Despilfarros en área de trabajo				
Establece estándares de rendimiento				
Posee un gama de herramientas				
total	4	2	3	1

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior (tabla 5) nos muestra una matriz de priorización que nos permitirá seleccionar las alternativas de solución por medio de la cuantificación de factores críticos encajados en las alternativas propuestas. Dependiendo del total se pudo decidir cuál es la alternativa más acertada por tener la más alta ponderación de cumplimiento de factores críticos.

Siguiendo con el proceso de cuantificación se tuvo que la primera alternativa es la de Lean Manufacturing y la segunda alternativa es el Estudio Del Trabajo, siendo

la alternativa primordial la implementación de herramientas lean manufacturing en la empresa de reparación de motores eléctricos.

Uno de los puntos a favor de la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa de Reparación de motores eléctricos fue que proporcionó pequeñas y cada vez más frecuentes mejoras porque poseen las herramientas que lo hacen posible. Es por ello que las empresas que son seguidoras de esta filosofía lograrán un mejor ritmo de mejora e incrementarán la competitividad, la productividad que serán sostenidos en el tiempo.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

La implementación de Herramientas Lean Manufacturing estuvo basado en un Diagrama de Gantt, con el propósito de que se cumpla paso a paso el proyecto de implementación durante su ejecución en periodos establecidos por el comité Lean.

Cronograma de Implementación

Proyecto : Implementación de herramientas Lean Manufacturing en la Empresa de Reparación de motores Eléctricos FG																								
Periodo	2016								2017															
Meses (por semanas)	noviembre				diciembre				enero				febrero				marzo				abril			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Comunicación de la implementación del lean manufacturing																								
Capacitación Introductoria del lean manufacturing																								
Establecimiento del comité de lean manufacturing																								
DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN																								
Realización del VSM																								
Identificación de desperdicios o despilfarros																								
Realización del VSM futuro																								
Priorización de Herramientas																								
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACRTURING																								
Implementación de las 5S																								
Elaboración del manual de las 5S																								
Clasificar																								
Orden																								

Limpieza																									
Evaluación primeras 3S																									
Estandarización																									
Disciplina																									
Evaluación 2S finales																									
Implementación del Poka Yoke																									
Aplicación de un contometro para realización de bobinas																									
Evaluación																									
Aplicación de disco calibrador de alambre de cobre esmaltado																									
Evaluación																									
Verificación (después de la implementación)																									
Evaluación Final de la implementación																									

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto de la implementación

- Reunión para la comunicación a la empresa de la Implementación de herramientas Lean Manufacturing (2 horas)

Costo tiempo de operarios técnicos	=	$s/.1000/24 = s/.41.66 \times \text{día}$
		$s/.41.66/8 = s/.5.20$
		$s/.5.2 \times 2 \text{ horas} \times 6 \text{ operarios} = s/.62.4$
Costo de Jefe de Área	=	$s/.2000/24 = s/.83.33 \times \text{día}$
		$s/.83.33/8 = s/.10.41 \times 2 \text{ horas} = s/.20.83$
Costo de Jefe de Taller	=	$s/.2800/24 = s/.116.66 \times \text{día}$
		$s/.116.66/8 = s/.14.58 \times 2 \text{ horas} = s/.29.16$
Costo del Administrador	=	$s/.2800/24 = s/.116.66 \times \text{día}$
		$s/.116.66/8 = s/.14.58 \times 2 \text{ horas} = s/.29.16$

- Reunión para la capacitación introductoria de la Implementación de herramientas Lean Manufacturing (4 horas)

Costo tiempo de operarios técnicos	=	$s/.1000/24 = s/.41.66 \text{ x día}$
		$s/.41.66/8 = s/.5.20$
		$s/.5.2 \times 4 \text{ horas} \times 6 \text{ operarios} = s/.124.8$
Costo de Jefe de Área	=	$s/.2000/24 = s/.83.33 \text{ x día}$
		$s/.83.33/8 = s/.10.41 \times 4 \text{ horas} = s/.41.64$
Costo de Jefe de Taller	=	$s/.2800/24 = s/.116.66 \text{ x día}$
		$s/.116.66/8 = s/.14.58 \times 4 \text{ horas} = s/.58.32$
Costo del Administrador	=	$s/.2800/24 = s/.116.66 \text{ x día}$
		$s/.116.66/8 = s/.14.58 \times 4 \text{ horas} = s/.58.32$

- Reunión para el establecimiento del comité Lean Manufacturing (2 horas)

Costo de Jefe de Área	=	$s/.2000/24 = s/.83.33 \text{ x día}$
		$s/.83.33/8 = s/.10.41 \times 2 \text{ horas} = s/.20.83$
Costo de Jefe de Taller	=	$s/.2800/24 = s/.116.66 \text{ x día}$
		$s/.116.66/8 = s/.14.58 \times 2 \text{ horas} = s/.29.16$
Costo del Administrador	=	$s/.2800/24 = s/.116.66 \text{ x día}$
		$s/.116.66/8 = s/.14.58 \times 2 \text{ horas} = s/.29.16$

- Costo el equipo lean manufacturing en la empresa de Reparación de motores eléctricos

Costo mensual presupuestado para cada miembro = s/. 150

El equipo formado por 3 miembros = s/. 450x 6 meses

Costo total = s/. 2700

- Costos de materiales para implementación de las 5S

Estante de almacenamiento = s/.200

Baldes de pintura = s/.50

Papelería = s/.50

Útiles de limpieza = s/.150

Cajas de cartón = s/.20

Cajas plásticas = s/.40

Tabla 6: Costo económico de la implementación

Comunicación a la empresa sobre la implementación de herramientas Lean Manufacturing = S/. 141.55	
Capacitación introductoria sobre la implementación de herramientas Lean Manufacturing = S/. 283.08	
Reunión para el establecimiento del comité Lean Manufacturing = S/. 79.15	
Costo del equipo lean manufacturing en la empresa de Reparación de motores eléctricos = S/.2700	
Costos de materiales para implementación de las 5S = S/.510.0	
Costo total de la implementación =	S/.3713.73

Fuente: Elaboración propia

2.7.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para la ejecución del cronograma de implementación de la propuesta fue necesario contemplar en primer lugar los aspectos que se llevarán paso a paso y que resultan necesarios y significativos para el buen desarrollo de la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing.

1. Comunicación de la implementación de Herramientas Lean Manufacturing

Antes de empezar con la implementación de herramientas Lean Manufacturing se comunicó los objetivos trazados y que se quiere obtener con cada herramienta propuesta, con el único fin de que todos los integrantes de la empresa de reparación de motores eléctricos lo conozcan y se unan al objetivo.

2. Capacitación introductoria sobre herramientas del Lean Manufacturing

La capacitación introductoria permitió que todos los integrantes de la empresa capten los lineamientos generales acerca del Lean Manufacturing que permitieron lograr la interiorización, apropiación de los conocimientos básicos que se requieren para unirse al objetivo común.

3. Establecimiento del comité Lean Manufacturing

Se conformó el quipo que fue la encargada de liderar la implementación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa de reparación de motores eléctricos, constituidos por integrantes de la jefatura de la propia empresa donde se realizó el estudio.

4. Realización del VSM actual

En esta etapa de la realización del VSM se introdujo toda la información que se ha recogido y que se ha analizado hasta el momento, este VSM actual actúa como una carta de fuente de información de toda la situación global de la empresa visualizada a través de los flujos de material e información.

En esta etapa de la realización del VSM es importante el cálculo del TaktTime, esta nos representó el ritmo por el cual el cliente está demandando su productos, en este caso la demanda de sus servicios de reparación, por la que la empresa debe estar acorde con este ritmo para poder producir sus servicios con el fin de satisfacer al cliente.

$$takt\ time = \frac{tiempo\ disponible\ de\ producción}{demanda\ del\ cliente}$$

Para nuestro cálculo del Takt time se tiene una demanda de 8 servicios de reparación de motores eléctricos diarios, se trabaja 8 hora por turno, 1 turno y un descanso de 30 minutos por turno. Aplicando la formula se tiene como resultado un Takt Time de **3375 segundos/ servicio**.

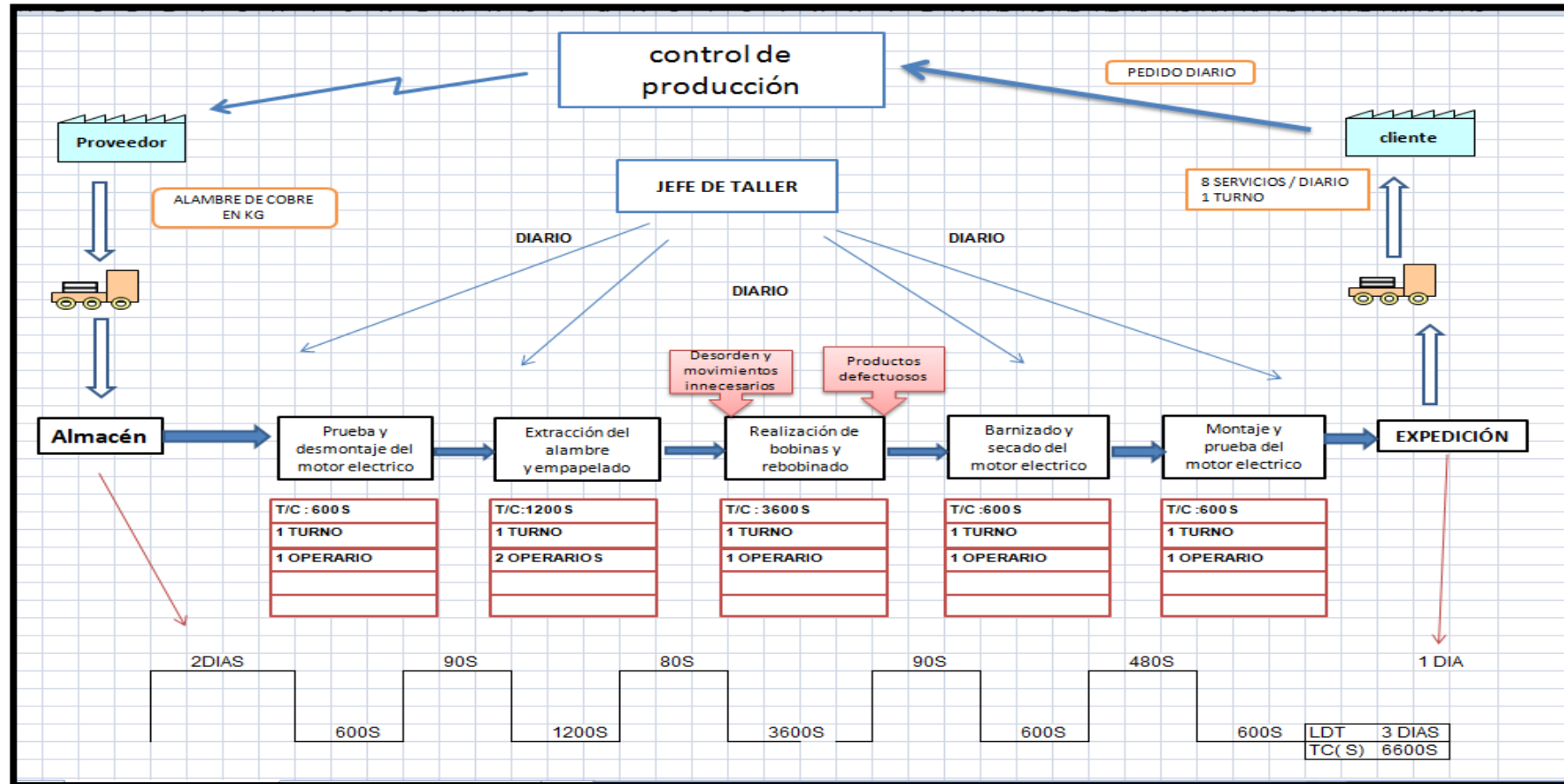
Este resultado fue comparado con una tabla de tiempo de ciclo por recurso para saber en qué etapa de la reparación se están realizando las operaciones con más lentitud y mayor tiempo de ciclo.

Tabla 7: Tiempo de ciclo / recurso

Etapas	Tiempo de ciclo	Takt Time	Operarios por etapa	Tiempo de ciclo /recursos
1	600 s	3375 s/servicio	1	600 s
2	1200s	3375 s/servicio	2	600 s
3	3600s	3375 s/servicio	1	3600 s
4	600s	3375s/servicio	1	600 s
5	600s	3375s/ servicio	1	600 s

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: VSM ACTUAL



Fuente: Elaboración propia

5. IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS Y DESPILFARROS

En este punto hay que resaltar los diferentes tipos de desperdicios o despilfarros que se generaron en el proceso de realizar el servicio de reparación de motores eléctricos que se deben eliminar mediante el Lean Manufacturing con la finalidad de satisfacer sus clientes, dando un servicio en menor tiempo, si defectos y al tiempo pactado.

Los tipos de desperdicio dentro de la empresa correspondieron a, movimientos innecesarios, productos defectuosos y por esperas que se desarrollarán a continuación:

Muda de movimientos

Este tipo de desperdicio o despilfarro fue generada básicamente por la realización de movimientos que no agregan valor al proceso productivo. Por ejemplo, los operarios técnicos al no tener las herramientas e instrumentos necesarias para la reparación, generan que ellos se trasladen de manera innecesaria y hagan que el tiempo de reparación de un motor eléctrico aumente.

Muda de productos defectuosos

Este tipo de muda fue producida cuando el servicio de reparación del motor eléctrico no cuenta los parámetros establecidos y se tiene que volver a realizar, generando un aumento del tiempo y la mano de obra para dicho servicio, también un retraso en la entrega del motor eléctrico.

Muda de espera

Este tipo de muda fue generada principalmente por alguna falla, las cuales producen que el operario técnico tenga una paralización en la realización del servicio y no se cumpla con lo que se ha establecido durante el día programado. Esto dio origen a que se utilice hora extras para el cumplimiento de lo programado.

Realización del VSM a futuro

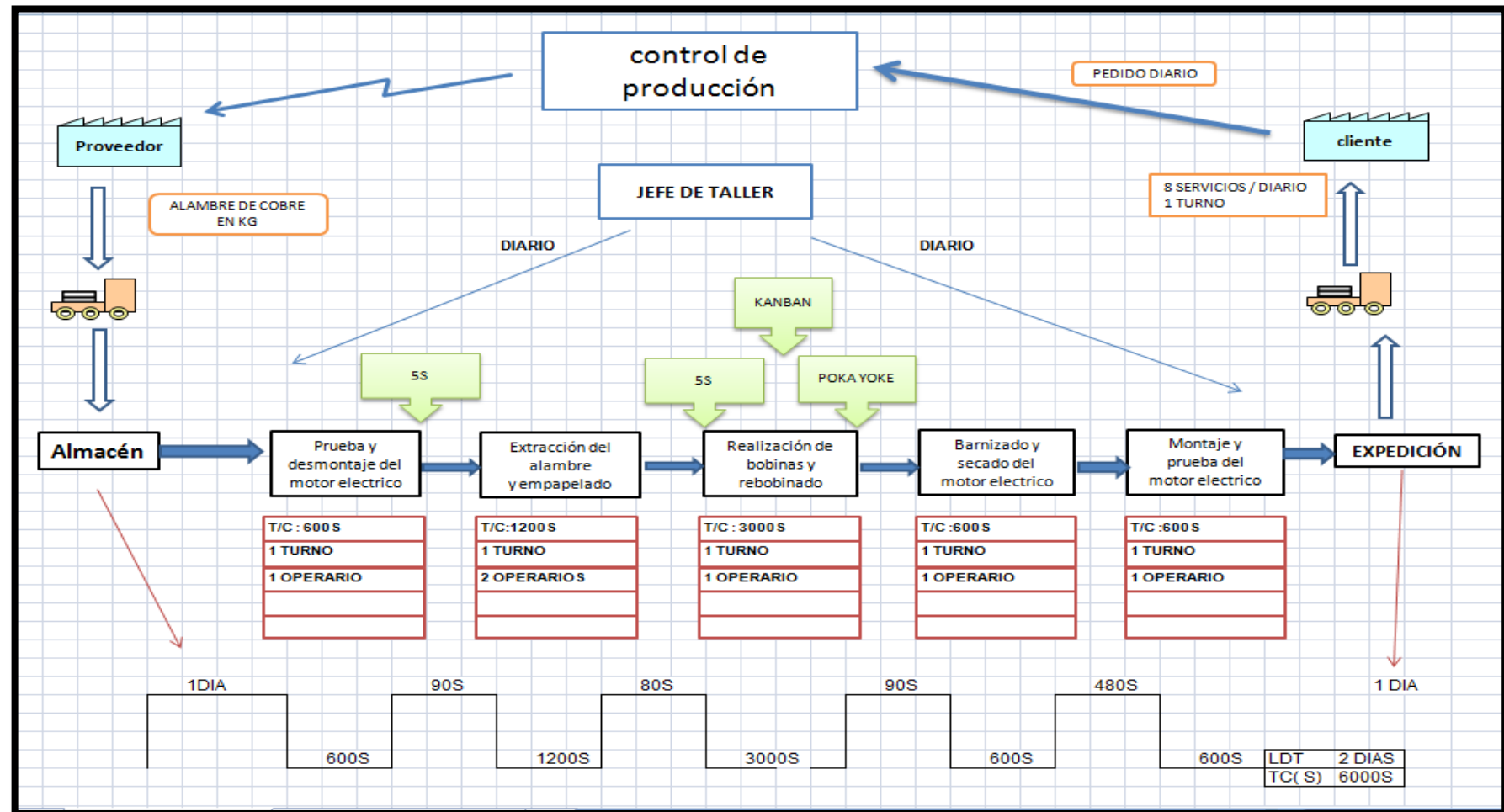
La realización de un VSM a futuro fue representar el tiempo en que demorará realizar un servicio de reparación de un motor eléctrico de 3 días a 2 días, de igual manera el flujo de producción se redujo de 6600 segundos a 6000 segundos.

Con el objetivo de generar un flujo continuo y asegurar que las etapas del servicio de reparación del motor eléctrico solo tengan lo necesario, y cuando lo necesiten, se evidenció que en la etapa de la realización de bobinas y Rebobinado la implementación de las 5s es necesaria como punto de partida para la estandarización a toda el área.

Además que en esta etapa se produjeron los errores más significativos en la realización del servicio de reparación de motores eléctricos como es el del conteo de vueltas de las bobinas de alambre de cobre.

Luego de que el comité Lean Manufacturing fijo nuevas metas realistas, como siguiente paso fue la de definir cuáles son las herramientas del Lean Manufacturing que se va a priorizar para que causen un mayor impacto en la solución de los problemas de la etapa y por consiguiente mejorar el flujo continuo después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing seleccionadas.

Gráfico 7: VSM FUTURO



Fuente: Elaboración propia

6. PRIORIZACIÓN DE HERRAMIENTAS

Luego de identificar los problemas críticos que suceden en el área de rebobinado y reparaciones mecánicas en el VSM actual y las posibles herramientas de Lean manufacturing que nos ayudaron a darle solución, se hizo una priorización de estas herramientas que se identificaron en el VSM futuro mediante un estudio del comité Lean Manufacturing teniendo como base los tipos de despilfarro que tiene el Lean manufacturing.

En la etapa de realización de bobinas y rebobinado se produce despilfarros por los tiempos improductivos que se producen por:

Tiempos provocados por el desorden y movimientos innecesarios: Estos son los tiempos que se producen por la búsqueda de herramientas, equipos, movimientos innecesarios, ubicación de materiales, etc. Estos tiempos representan despilfarros en el Lean Manufacturing.

Tiempos provocados por productos defectuosos: Estos son los tiempos que se produjeron porque el motor eléctrico no cuenta con los parámetros establecidos para su buen funcionamiento, esto debido a la realización de las bobinas de alambre de cobre que no cuentan con las vueltas necesarias ya sea por la falta o exceso de vueltas.

Este error en el conteo de vueltas produce en el motor eléctrico un desfase de amperaje que hace que el motor eléctrico sea defectuosos y este fuese nuevamente realizado.

7. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

La implementación de la metodología de las 5S dio inicio al sistema de mejora a implementar. Para el inicio de la ejecución de la metodología se realizó una charla informativa respecto a todos los beneficios que proporciono con respecto a la organización del área de trabajo, así también como pedir el compromiso de todos los integrantes de la empresa e informar los pasos a seguir en marcha. Seguidamente se realizó una inspección inicial por parte del equipo con el objetivo de determinar el entorno y motivación laboral de los operarios para realizar sus tareas.

Tabla 8: Formato checklist inspección inicial

CHECKLIST – Inspección Inicial Interna					
FG ELECTROMECHANICA					
Área: <i>Rebobinados</i>		Fecha: <i>13 diciembre 2016</i>			
Responsable: <i>Fredy Gonzales Magariño</i>					
PASOS	DESCRIPCION DEL LUGAR O ETAPA	0	1	2	OBSERVACIONES
CLASIFICAR	<i>Estanteria (Pernos, Reclamientos)</i>		✓		
	<i>Repuestos</i>				
	<i>Papeleeria (aislamiento)</i>				
ORDEN	<i>Ordenar y priorizar lo clasificado</i>		✓		<i>Tarjeta Roja.</i>
LIMPIEZA	<i>Estantes, Zona de Trabajo,</i>		✓		
	<i>herramientas, equipos, Zona de Corte, Barnizado y Secado</i>				
ESTANDARIZAR	<i>Procedimientos - 3 "S"</i>		✓		<i>Desarrollar "3S"</i>
DISCIPLINA	<i>Crear Hábito de Operarios</i>		✓		<i>Capacitaciones, incentivos</i>
					<i>por la empresa</i>

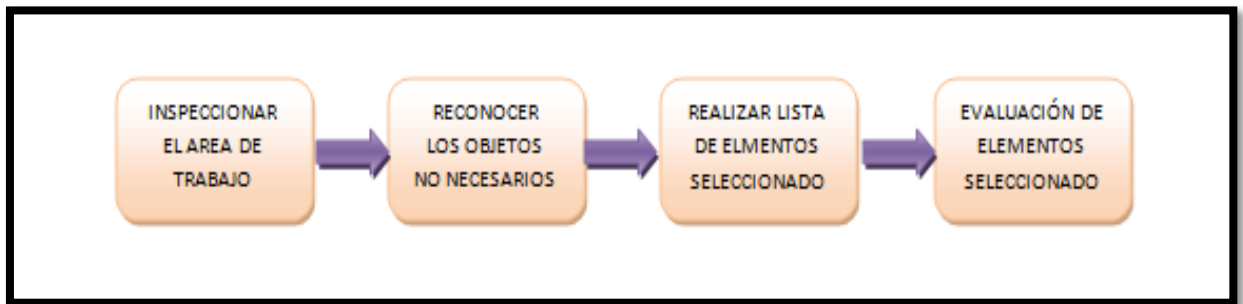
Fuente: Elaboración propia

CLASIFICAR (SEIRI)

El objetivo de este paso consistió en retirar los materiales y herramientas de trabajo que no son necesarios en cada etapa de la realización del servicio de reparación del motor eléctrico. El propósito de este paso es que los elementos necesarios para la reparación del motor eléctrico estén cerca del operario técnico, y que este pueda realizar la correcta elaboración de sus actividades y los que no son necesarios desecharlos transferirlos.

El siguiente cuadro nos muestra los pasos a seguir:

Gráfico 8: Pasos a seguir para la clasificación



Fuente: Elaboración Propia

Inspeccionar el área de trabajo

Como primera actividad se realizó una reunión del equipo lean manufacturing que conjuntamente con los operarios técnicos realizaron un inventario inicial de herramientas y equipos de trabajo, necesarios para las actividades diarias y que fueron utilizadas frecuentemente en cada etapa de la realización de la reparación.

Para la realización del inventario general se utilizó el siguiente formato realizado por el comité de Lean manufacturing. El formato llenado adecuadamente se puede observar en la tabla 12

Tabla 9: Formato inventario inicial

INVENTARIO GENERAL FG ELECTROMECHANICA				
CONTROL DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
FECHA: 04 de enero 2017			REVISADO POR :	
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ETAPA DE REALIZACION	OBSERVACIÓN
1	Balón de oxígeno	01		
2	Balón de GAS PROPANO	01		
3	MAQUINA de SOLDAR	01		
4	CIZALLA MANUAL	02		
5	Quemador a GAS	02		
6	CAUTIN PARA Soldar	05		
7	Rodamientos USADOS	25		Presentan desgaste
8	Taladro MANUAL	02		
9	Taladro BANCO	01		
10	Moldes de Hacer bobina	10		
11			CLASIFICACIÓN	
12	Esmeril Manual	03		
13	Esmeril de BANCO	02		
14	Sopladora de Aire			
15	Extractores Rodajes	05		
16	Calculadora CIENTIFICA	01		
17	Poleas de ALUMINIO	10		
18	Compensora	01		
19	Desarmadores y llaves	03		03 Juegos C/U
20	Ventiladores de AL	08		
21	Amperimetro	01		
22	Multimetro	03		
23	Megohmetro	03		
24	Maletas Portaherram.	05		
25	CASA de luces piloto	01		

Fuente: Elaboración propia

Reconocer los objetos no necesarios: Para la identificación de los elementos innecesarios, el comité Lean Manufacturing junto con los operarios técnicos usaron la técnica de las tarjetas rojas para cada uno de las etapas de la reparación del motor.

El siguiente formato es una tarjeta roja utilizada para la identificación de los elementos innecesarios.

Tabla 10: Formato de tarjeta roja

TARJETA ROJA		
FECHA :	NUMERO :	AREA:
CATEGORIA		
HERRAMIENTA		
ACCSEORIO		
INSTRUMENTO DE MEDICION		
MATERIA PRIMA		
PAPELERIA		
PRODUCTO TERMINADO		
PRODUCTO EN PROCESO		
REFACCIONES		
OTROS		
RAZÓN		
CONTAMINANTE		
DEFECTUOSO		
DESPERDICIO		
NO SE NECESITA		
USO DESCONOCIDO		
FECHA:		
RESPONSABLE:		
DESTINO FINAL:		

Fuente: Elaboración propia

Realizar lista de elementos seleccionados: Luego de reconocer los elementos innecesarios a través del formato de las tarjetas rojas, estas serán anotadas en un formato, para luego ser analizados por el comité Lean Manufacturing.

El siguiente formato mostró los objetos seleccionados en acuerdo con los operarios técnicos de la empresa. El formato llenado adecuadamente se puede observar la tabla 14.

Tabla 11: Formato de elementos seleccionados

FECHA: 05 de enero 2017		REVISADO POR :		
ITEM	ETAPA	ELEMENTO	N de tarjeta	CANTIDAD
1		Rodamientos Usados	0-01	10
2				
3		Sopladora de Aire	0-02	01
4				
5	Clasificación	Caja Luces Piloto	0-03	01
6				
7		Maletas Porta-H. rotas	0-04	02
8				
9		Esmeril Manual	0-05	01
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16		FG		
17		ELECTROMECHANICA		
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de elementos seleccionados: El comité Lean Manufacturing tuvo la facultad de transferir algunos elementos que pueden ser útiles a otra área específica, eliminar si son elementos, herramientas o equipos que son inservibles y puede evaluar si se requiere una revisión más detallada para determinar su estado final.

ORDEN (SEITON)

En este paso el comité Lean Manufacturing buscó que las herramientas y equipos que son necesarios puedan ser fácilmente encontrados, utilizados y devueltos. En conclusión que sea de fácil acceso para el operario técnico, esta medida también garantizará que se tenga un buen control visual en toda la empresa. En este paso es de suma importancia trabajar con el listado del inventario general que se dió al inicio, en el paso de la clasificación.

Señalizar visualmente las mesas de trabajo: La forma de trabajar de los operarios técnicos fue de forma desordenada, ya que no existió un orden establecido con las herramientas y equipos a utilizar, ocasionando un malestar entre los operarios. Para esto se propuso el uso de caja portátiles plásticas y cajones de madera cuya finalidad es almacenar las herramientas y equipos requeridos para cada etapa de la reparación del motor eléctrico. El comité Lean Manufacturing se hizo cargo de proporcionar dichas cajas rotuladas con el nombre del operario y al finalizar el turno diario serán devueltas íntegramente.

Gráfico 9: Rotulación de cajas



Fuente: Elaboración propia

Señalizar estantes y compartimientos: Además se puso orden en los estantes y compartimientos mediante la señalización de cada repuesto, material o elemento útil en cada etapa de la reparación, de esta manera el equipo Lean Manufacturing

tratará de evitar la pérdida de hora –hombre por la búsqueda de algún componente, material o repuesto.

Gráfico 10: Señalización de repuestos



Fuente: Elaboración propia

LIMPIEZA (SEISO)

Para realizar este paso el comité Lean Manufacturing desarrolló un cronograma de limpieza, en la cual quedará designado a los responsables de cumplir la limpieza en el área de trabajo, estos integrantes designados tendrán la responsabilidad de inspeccionar los equipos, herramientas, estantes y puesto de trabajo del área. Cada responsable de la limpieza tuvo un checklist de limpieza el cual fue llenado con los ítems correspondientes. Asimismo el comité Lean Manufacturing fue el encargado de dar las fechas de cada inicio de jornada de limpieza. El formato debidamente llenado se observa en la tabla 15.

Tabla 12: Formato de check list de limpieza

CHECKLIST DE LIMPIEZA					
HORA DE INICIO Y TERMINO:		FG ELECTROMECHANICA		ÁREA: Rebobinados	
FECHA: 18 enero 2017		REALIZADO POR: Fredy G.			
ITEM	PUNTOS DE LIMPIEZA	CONFORMIDAD	NO CONFORMIDAD	MOTIVO DE LA NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
1	Estantes	✓			
2	Mesa de Trabajo	✓			
3	herramientas	✓			
4	Equipos	✓			
5	• Medición	✓			
6	• Soldadura	✓			
7	• Mecánicos	✓			
8	Corte de Aislante	✓	✓	Residuos	Residuos de aislante
9	Papeleria	✓			
10	Barro y Pintor	✓			
11	—				
12	—				
13	—				

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 nos muestra un formato de los puntos de limpieza que el personal técnico debe cumplir para poder dar conformidad al tercer paso de la implementación de las 5S.

ESTANDARIZACIÓN (SEIKETSU)

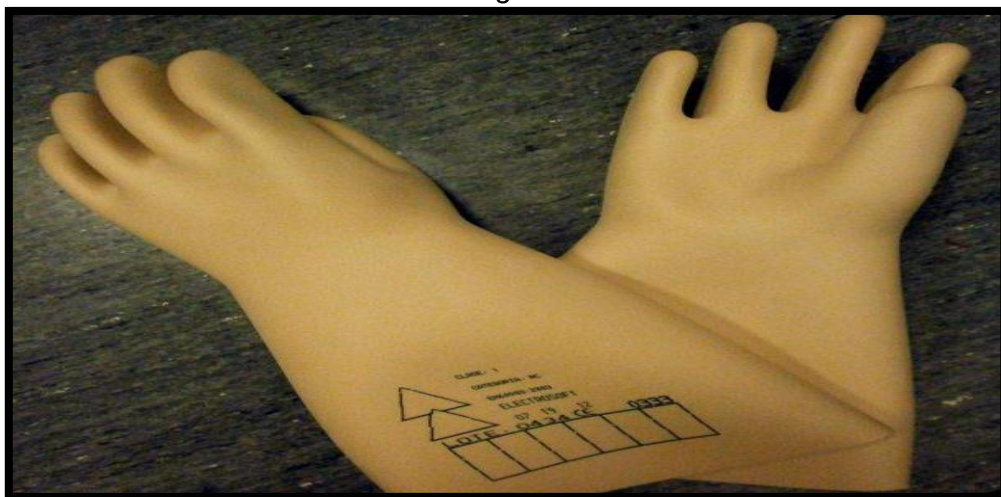
Como punto principal de la estandarización se procedió a dar a los operarios técnicos los implementos necesarios (EPP) para el desarrollo d su trabajo diario, ya que solo poseen equipos que no son especiales y con bajo nivel de protección. Todo colaborador de la empresa o persona visitante que se desplace por las instalaciones deberá de contar con los elementos de protección.

Gráfico 11: EPPS normalizados



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 12: EPPS guantes normalizados



Fuente: Elaboración Propia

DISCIPLINA (SHITSUKE)

El comité Lean Manufacturing, en coordinación con el dueño de la empresa estableció un plan de incentivos para los operarios técnicos con la finalidad de crear un hábito en lo referente a la disciplina .El plan consiste en realizar auditorías internas, que estarán bajo la responsabilidad del comité, estas auditorías se realizarán mensualmente mediante un check list de auditoría interna, el cual permitió monitorear el cumplimiento de actividades de la implementación de las 5S en el área de Rebobinados y Reparaciones Mecánicas

Gráfico13: Formato para auditorías internas

EVALUACIÓN DEL AREA			
Auditoria para la implementación de las 5S FG ELECTRÓMECANICA			
0. Muy mal 1.mal 2.bueno 3. Muy bueno		Auditor :	
		Francisco Cari Medina.	
SEIRI	Punto a evaluar	Criterio de evaluación	
1	Maquinas y equipos	¿Están adecuadamente en uso?	2
2	Herramientas	¿Se eliminó las herramientas innecesarias?	2
3	Materiales y artículos	¿Se elimino lo innecesario?	2
SEITON			
1	Señalización	¿Están señalizados los puntos del área?	2
2	Herramientas	¿Están ordenadas y en su posición?	3
3	Rotulación	¿Se rotularon los artículos, materiales y demás?	2
SEISO			
1	Limpieza y chequeo	¿Se cumple el formato de limpieza?	3
2	Herramientas	¿Se mantienen limpias y sin grasa?	2
3	Maquinas y equipos	¿Se mantienen limpias?	3
SEIKETSU			
1	Evidencia de seguimiento de las 3S	Identificación de pasos de cumplimiento de las 3 primeras S	2
2	Evidencia de compromiso de la gerencia	Verificar compromiso de la gerencia	2
3	Evidencia de reuniones de seguimiento de uso EPP	Asignación de responsables de este punto	2
SHITSUKE			
1	Normalización	Cumplimiento de normas	2
2	Seguridad y limpieza	Cumplimiento de normas	3
3	Involucramiento del personal	Cumplimiento de normas	2

Fuente: Elaboración propia

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING POKA YOKE.

La búsqueda de alcanzar los cero defectos o evitar los servicios de reparación con defectos por los continuos errores que se puedan cometer, llevó a utilizar el método Poka Yoke con la finalidad de prevenir o detectar el error. Este método se aplicó en el área de Rebobinados y Reparaciones Mecánicas, específicamente en la etapa de realización de bobinas de alambre de cobre, ya que en esta etapa es donde se producen los mayores errores.

A continuación se mostró dos casos en donde se aplicó la herramienta Poka Yoke.

Aplicación de un contometro para la realización de bobinas: En la etapa de realización de bobinas uno de los factores críticos es el conteo de vueltas que se le dió a las bobinas para el rebobinado del motor eléctrico. Este contometro ayudó al operario técnico a prevenir este error y que no se exceda o falten vueltas a las bobinas. Por lo tanto se evitó un desbalance de amperios en las fases y que el motor eléctrico tenga defectos.

Tabla 13: Detalle de la propuesta Poka Yoke

Propuesta Poka Yoke 1	
Etapas	: Realización de bobinas de alambre de cobre
Problema	: Exceso o falta de vueltas en las bobinas de alambre de cobre
Solución	: contometro consecutivo de numero de vueltas.
Descripción del proceso: La realización de las bobinas de alambre de cobre se realiza en unos moldes especiales a medida, el operario realiza el conteo de vueltas en forma mental y muchas veces se confunde o pierde el conteo de vueltas.	
Antes de la mejora: El operario técnico realiza las bobinas en los moldes especiales tomando el carrete de alambre de cobre. Pero realiza el conteo de vueltas en forma mental y a la más mínima confusión pierde el conteo de vueltas establecido, generando defectos en el motor eléctrico.	
Después de la mejora: Luego de colocar un contometro en los moldes especiales el operario técnico ha mejorado la realización de bobinas ya que el conteo de vueltas es exacta y si sucede algún error se sabe con exactitud de cuanto es la diferencia.	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico14: Contometro mecánico



Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de disco calibrador de alambre de cobre esmaltado:

Otro factor clave en esta etapa de la realización de las bobinas de alambre de cobre es la adecuada calibración del alambre a utilizar, ya que un error frecuente es utilizar el calibre erróneo, además que los carretes de alambre por el continuo uso pierden su rotulación y la excesiva confianza de saber su calibre a simple vista cuando se realiza un empalme para continuar con el proceso, hacen que se cometa este error. Este dispositivo hará que no se cometa este error y posteriormente origine defectos en el motor eléctrico.

Gráfico15: disco calibrador



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Detalle de la propuesta Poka Yoke

Propuesta Poka Yoke 2	
Etapas	: Realización de bobinas de alambre de cobre
Problema	: Error en la calibración de alambre de cobre
Solución	: Disco calibrador de alambre de cobre.
Descripción del proceso: La realización de las bobinas de alambre de cobre se realiza en unos moldes especiales a medida, el operario realiza el conteo de vueltas y debe de ser el mismo calibre de alambre la cual ha sido calculado anteriormente, generalmente esto ocurre cuando se empalma el alambre de cobre para continuar con el proceso.	
Antes de la mejora: El operario técnico realiza las bobinas en los moldes especiales tomando el carrete de alambre de cobre. Pero realiza el conteo de vueltas sin antes haber verificado el calibre de alambre, además también de no verificar cuando sucede un empalme para terminar el proceso.	
Después de la mejora: Luego de implementar este dispositivo el operario antes de realizar las bobinas y el conteo de vueltas, utiliza el disco calibrador para cerciorarse de que es el número que está rotulado en el carrete, además también lo utiliza cuando sucede un empalme y así proseguir con el proceso.	

Fuente: Elaboración propia

Medición de la eficiencia antes de la implementación

Para la medición de la eficiencia antes de la implementación se recolectaron datos sobre las horas hombre reales que se utilizaron para el servicio y las horas programadas que se dan para su realización. Siendo la medición de la eficiencia un indicador de como se están aprovechando los recursos en la empresa.

Tabla 15: Datos actuales de la eficiencia

Días	Horas hombre utilizadas para el servicio	Horas programadas para el servicio	Eficiencia
1	27	32	0.84
2	26	32	0.81
3	26	32	0.81
4	25	32	0.78
5	24	32	0.75
6	25	32	0.78
7	27	32	0.84
8	25	32	0.78
9	26	32	0.81
10	24	32	0.75
11	27	32	0.84
12	26	32	0.81
13	24	32	0.75
14	25	32	0.78
15	25	32	0.78
16	26	32	0.81
17	25	32	0.78
18	24	32	0.75
19	24	32	0.75
20	26	32	0.81
21	27	32	0.84

22	25	32	0.78
23	26	32	0.81
24	24	32	0.75
25	25	32	0.78
26	26	32	0.81
27	27	32	0.84
28	25	32	0.78
29	27	32	0.84
30	26	32	0.81

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la eficiencia actual antes de la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad es de 0.796 que expresado en porcentaje es un 80%, cifra que se espera mejorar con la implementación descrita anteriormente.

Medición de la eficiencia después de la implementación

Para la medición de la eficiencia después de la implementación se recolectaron datos sobre las horas hombre reales que se utilizaron para el servicio y las horas programadas que se dan para su realización. Siendo la medición de la eficiencia un indicador de como se están aprovechando los recursos en la empresa.

Tabla 16: Datos posteriores de la eficiencia

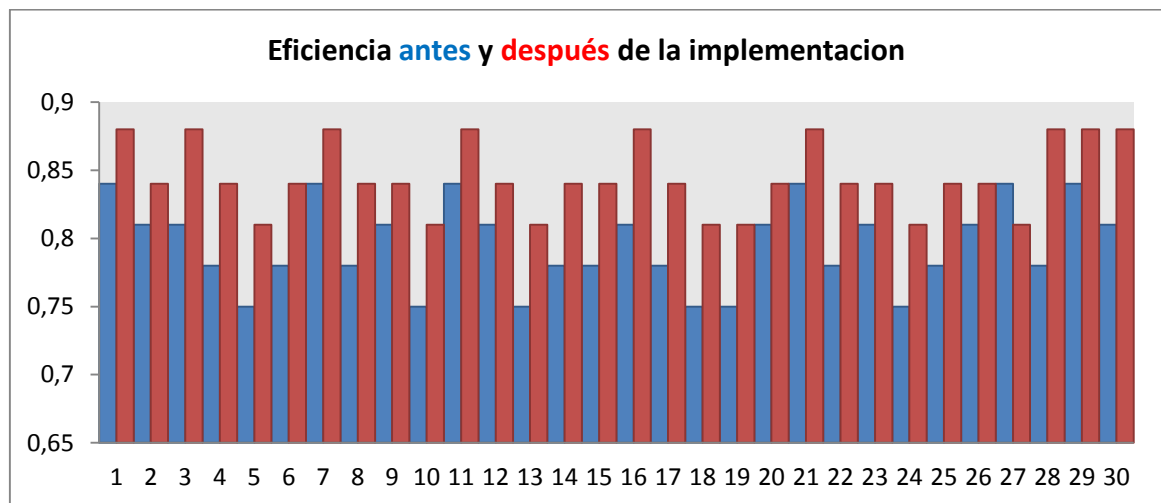
Días	Horas hombre utilizadas para el servicio	Horas programadas para el servicio	Eficiencia
1	28	32	0.88
2	27	32	0.84
3	28	32	0.88
4	27	32	0.84
5	26	32	0.81
6	27	32	0.84
7	28	32	0.88
8	27	32	0.84
9	27	32	0.84
10	26	32	0.81
11	28	32	0.88
12	27	32	0.84
13	26	32	0.81
14	27	32	0.84
15	27	32	0.84
16	28	32	0.88
17	27	32	0.84
18	26	32	0.81
19	26	32	0.81
20	27	32	0.84
21	28	32	0.88

22	27	32	0.84
23	27	32	0.84
24	26	32	0.81
25	27	32	0.84
26	27	32	0.84
27	26	32	0.81
28	28	32	0.88
29	28	32	0.88
30	28	32	0.88

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la eficiencia posterior a la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad es de 0.845 que expresado en porcentaje es un 84%, cifra que se mejoró con la mejora descrita.

Gráfico16: Diagrama de barras de la eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 16 nos muestra la eficiencia de 30 días antes y 30 días después de la implementación, esta comparación nos permite observar la mejora de la eficiencia mediante la implementación de herramientas Lean manufacturing.

Medición de la eficacia antes de la implementación

Para la medición de la eficacia se tomaron datos sobre los servicios de reparación que se han producido en la empresa y la totalidad de órdenes que se programan diariamente. El indicador de eficacia nos muestra si se están alcanzando los objetivos que se trazan diariamente, que es la de cumplir con la totalidad de los servicios de reparación.

Tabla 17: Datos actuales de la eficacia

Días	N°Servicios producidos	Ordenes de Servicios programados	Eficacia
1	6	8	0.75
2	6	8	0.75
3	5	8	0.63
4	6	8	0.75
5	6	8	0.75
6	5	8	0.63
7	6	8	0.75
8	6	8	0.75
9	7	8	0.88
10	7	8	0.88
11	5	8	0.63
12	6	8	0.75
13	5	8	0.63
14	6	8	0.75
15	7	8	0.88
16	5	8	0.63
17	6	8	0.75
18	5	8	0.63
19	6	8	0.75
20	6	8	0.75
21	5	8	0.63

22	6	8	0.75
23	6	8	0.75
24	6	8	0.75
25	6	8	0.75
26	5	8	0.63
27	6	8	0.75
28	7	8	0.88
29	6	8	0.75
30	5	8	0.63

Fuente: Elaboración Propia

El promedio de la eficacia antes de la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa de Reparación de motores eléctricos es de 0.731 que expresado en porcentaje es un 73%, cifra que se espera mejorar con la implementación descrita anteriormente.

Medición de la eficacia después de la implementación

Para la medición de la eficacia se tomaron datos sobre los servicios de reparación que se han producido en la empresa y la totalidad de órdenes que se programan diariamente. El indicador de eficacia nos muestra si se están alcanzando los objetivos que se trazan diariamente, que es la de cumplir con la totalidad de los servicios de reparación.

Tabla 18: Datos posteriores de la eficacia

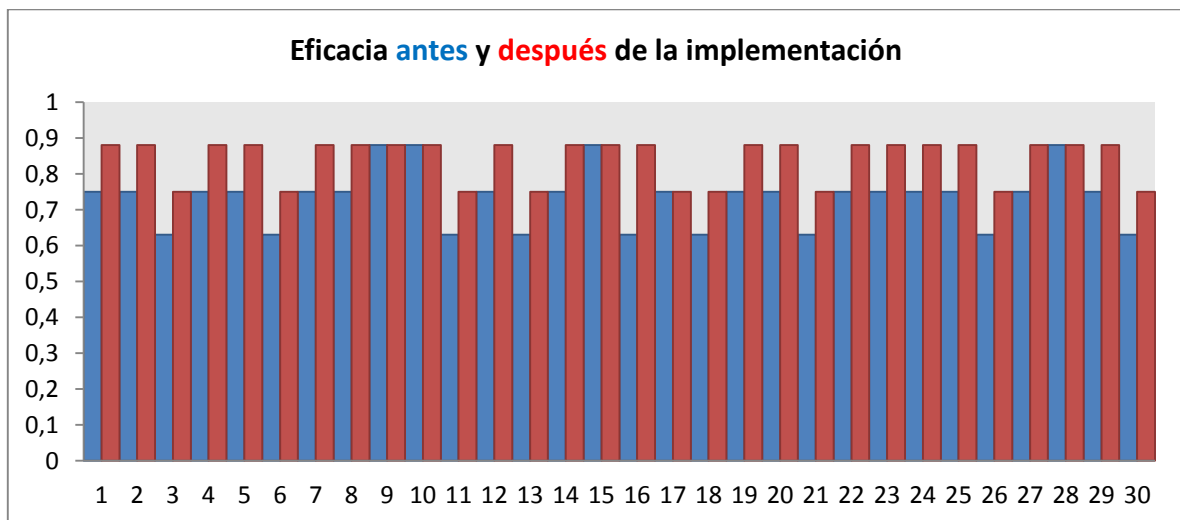
Días	n°Servicios producidos	Ordenes de Servicios programados	Eficacia
1	7	8	0.88
2	7	8	0.88
3	6	8	0.75
4	7	8	0.88
5	7	8	0.88
6	6	8	0.75
7	7	8	0.88
8	7	8	0.88
9	7	8	0.88
10	7	8	0.88
11	6	8	0.75
12	7	8	0.88
13	6	8	0.75
14	7	8	0.88
15	7	8	0.88
16	7	8	0.88
17	6	8	0.75
18	6	8	0.75
19	7	8	0.88
20	7	8	0.88
21	6	8	0.75

22	7	8	0.88
23	7	8	0.88
24	7	8	0.88
25	7	8	0.88
26	6	8	0.75
27	7	8	0.88
28	7	8	0.88
29	7	8	0.88
30	6	8	0.75

Fuente: Elaboración Propia

El promedio de la eficacia después de la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad es de 0.841 que expresado en porcentaje es un 84%, cifra que se mejoró con la mejora descrita que hizo que aumentara el cumplimiento de los servicios programados por día.

Gráfico17: Diagrama de barras de la eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 17 nos muestra la eficacia de 30 días antes y 30 días después de la implementación, esta comparación nos permite observar la mejora de la eficiencia mediante la implementación de herramientas Lean manufacturing.

Medición de la productividad antes de la implementación

Para la medición de la productividad se tomaron los datos de la eficiencia y la eficacia, siendo la productividad fiel reflejo del cantidad de servicios de reparación producidos en la empresa por las hora- hombre invertidas en los servicios.

Tabla 19: *datos actuales de la productividad*

Días	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	0.84	0.75	0.63
2	0.81	0.75	0.61
3	0.81	0.63	0.51
4	0.78	0.75	0.59
5	0.75	0.75	0.56
6	0.78	0.63	0.49
7	0.84	0.75	0.63
8	0.78	0.75	0.59
9	0.81	0.88	0.71
10	0.75	0.88	0.66
11	0.84	0.63	0.53
12	0.81	0.75	0.61
13	0.75	0.63	0.47
14	0.78	0.75	0.59
15	0.78	0.88	0.69
16	0.81	0.63	0.51
17	0.78	0.75	0.59
18	0.75	0.63	0.47
19	0.75	0.75	0.56
20	0.81	0.75	0.61
21	0.84	0.63	0.53

22	0.78	0.75	0.59
23	0.81	0.75	0.61
24	0.75	0.75	0.56
25	0.78	0.75	0.59
26	0.81	0.63	0.51
27	0.84	0.75	0.63
28	0.78	0.88	0.69
29	0.84	0.75	0.63
30	0.81	0.63	0.51

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la productividad actual antes de la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad es de 0.582 que expresado en porcentaje es de 58%, cifra que se espera mejorar con la implementación descrita anteriormente.

Medición de la productividad después de la implementación

Para la medición de la productividad se tomaron los datos de la eficiencia y la eficacia, siendo la productividad fiel reflejo del cantidad de servicios de reparación producidos en la empresa por las hora- hombre invertidas en los servicios.

Tabla 20: datos posteriores de la productividad

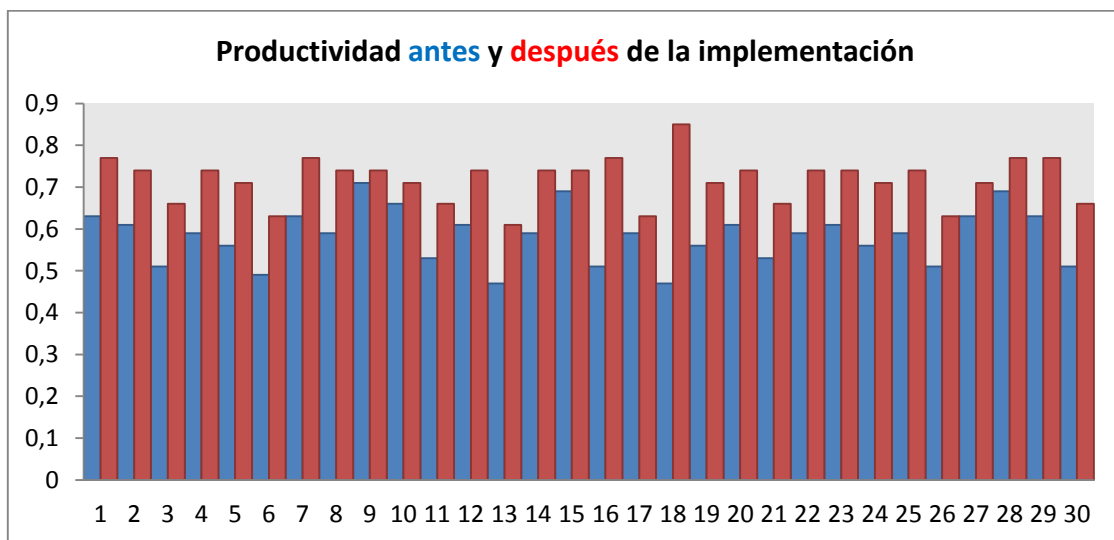
Días	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	0.88	0.88	0.77
2	0.84	0.88	0.74
3	0.88	0.75	0.66
4	0.84	0.88	0.74
5	0.81	0.88	0.71
6	0.84	0.75	0.63
7	0.88	0.88	0.77
8	0.84	0.88	0.74
9	0.84	0.88	0.74
10	0.81	0.88	0.71
11	0.88	0.75	0.66
12	0.84	0.88	0.74
13	0.81	0.75	0.61
14	0.84	0.88	0.74
15	0.84	0.88	0.74
16	0.88	0.88	0.77
17	0.84	0.75	0.63
18	0.81	0.75	0.85
19	0.81	0.88	0.71
20	0.84	0.88	0.74
21	0.88	0.75	0.66

22	0.84	0.88	0.74
23	0.84	0.88	0.74
24	0.81	0.88	0.71
25	0.84	0.88	0.74
26	0.84	0.75	0.63
27	0.81	0.88	0.71
28	0.88	0.88	0.77
29	0.88	0.88	0.77
30	0.88	0.75	0.66

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la productividad después de la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad es de 0.717 que expresado en porcentaje es un 72%, cifra que se mejoró con la implementación descrita que hizo que mejorará la eficiencia, eficacia y por consiguiente la productividad.

Gráfico18: Diagrama de barras de la productividad antes y después



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 18 nos muestra la productividad de 30 días antes y 30 días después de la implementación, esta comparación nos permite observar la mejora de la eficiencia mediante la implementación de herramientas Lean manufacturing.

2.7.5 ANÁLISIS ECONÓMICO B/C

semana	Total de horas de hombre	Costo de hora-hombre S/.	Total s/.
1	10 h-h	s/.5.20	s/52.0
2	12 h-h	s/.5.20	s/62.4
3	11 h-h	s/.5.20	s/57.2
4	10 h-h	s/.5.20	s/52.0
5	12 h-h	s/.5.20	s/62.4
6	10 h-h	s/.5.20	s/52.0
7	14 h-h	s/.5.20	s/72.8
8	10 h-h	s/.5.20	s/52.0
total	89 h-h		s/ 462.8

El beneficio referido sobre las horas-hombre consistió en que se aprovecharon mejor viéndose reflejado en el aumento de servicio de reparación semanas después de la implementación de la mejora.

semana	Servicios de reparación realizados	Costo por servicio de reparación S/.	Total s/.
1	6 servicios	s/.100	s/600.0
2	7 servicios	s/.100	s/700.0
3	6 servicios	s/.100	s/600.0
4	6 servicios	s/.100	s/600.0
5	5 servicios	s/.100	s/500.0
6	7 servicios	s/.100	s/700.0
7	6 servicios	s/.100	s/600.0
8	6 servicios	s/.100	s/600.0
total	49 servicios		s/ 4900.0

La implementación benefició a la empresa sobre el aumento de servicios de reparación, semanas después de la implementación de herramientas lean manufacturing en la empresa de reparación de motores eléctricos.

Si la operación matemática nos da un resultado mayor a 1 quiere decir que el proyecto es factible. Y si la operación da como resultado a una cifra menor a 1 quiere decir que el proyecto no es factible de realizarlo y no tendrá un beneficio.

Beneficio / costo de la implementación

$$\frac{b}{c} = \frac{462.8 + 4900}{3713.73} = 1.44$$

La división del beneficio y el costo de la implementación nos dió como resultado 1.44 esto significa que el resultado es mayor a la unidad, por lo tanto el beneficio fue mayor al costo de implementación de herramientas lean manufacturing.

III RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo de la productividad

Tabla21: Productividad antes y después de la mejora

Días	Productividad antes	Productividad después
1	0.63	0.77
2	0.61	0.74
3	0.51	0.66
4	0.59	0.74
5	0.56	0.71
6	0.49	0.63
7	0.63	0.77
8	0.59	0.74
9	0.71	0.74
10	0.66	0.71
11	0.53	0.66
12	0.61	0.74
13	0.47	0.61
14	0.59	0.74
15	0.69	0.74
16	0.51	0.77
17	0.59	0.63
18	0.47	0.85
19	0.56	0.71
20	0.61	0.74
21	0.53	0.66

22	0.59	0.74
23	0.61	0.74
24	0.56	0.71
25	0.59	0.74
26	0.51	0.63
27	0.63	0.71
28	0.69	0.77
29	0.63	0.77
30	0.51	0.66

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21 nos muestra los datos de la productividad antes y la productividad después de la implementación de herramientas lean manufacturing

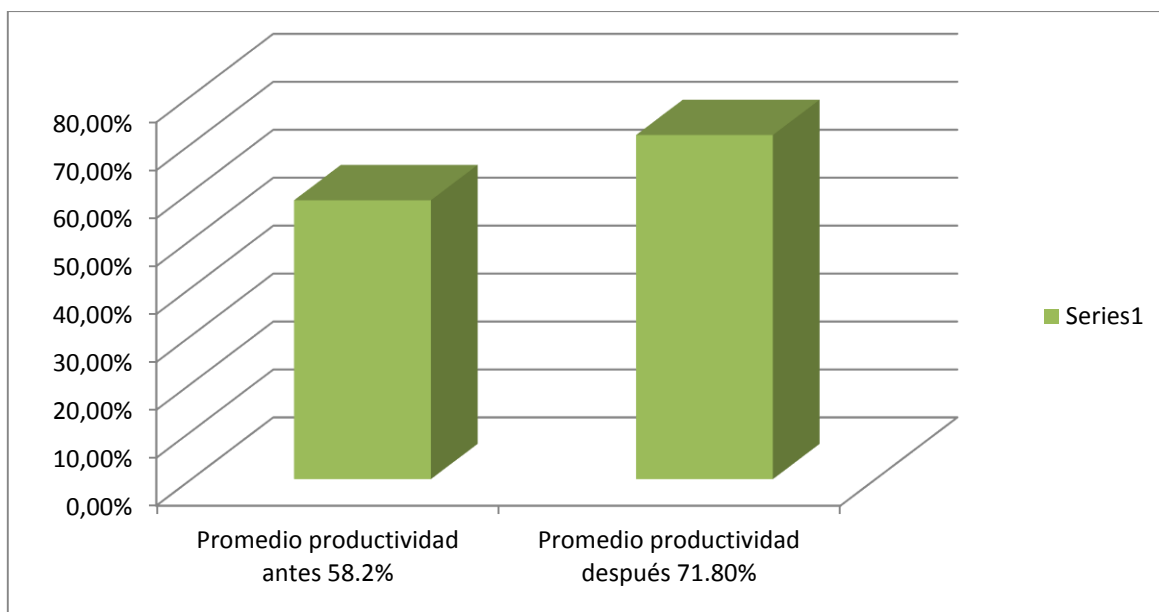
Tabla 22: Datos descriptivos de la productividad

Estadísticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
Pantes	30	.47	.71	.5820	.01173	.06424	.004
Pdespués	30	.61	.85	.7177	.00988	.05412	.003
N válido (por lista)	30						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

De los resultados de la tabla 22 podemos apreciar que la productividad mejoró significativamente, aumentando de 0.582 a 0.717 en promedio. Teniendo también una desviación estándar de la productividad antes de 0.064 y la productividad después de 0.054 mostrando que tan dispersos están los datos con respecto a la media.

Gráfico 19: Productividad Actual y Posterior



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 29 se puede apreciar que la productividad promedio antes es de 58.2% y la productividad después es de 71.80%, por lo tanto se tuvo una mejora de la productividad en la empresa de reparación de motores eléctricos de 0.135 que expresado en porcentaje es de 13.5%.

3.2 Análisis inferencial de la productividad

Tabla 23: Prueba de normalidad de la productividad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pantes	.150	30	.085	.962	30	.357
Pdespues	.227	30	.000	.911	30	.016

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

Como se puede observar en la tabla anterior la significancia obtenida de la productividad después es menor a 0.05 por lo tanto aunque la productividad antes sea mayor a 0.05 utilizaremos para el análisis de la contrastación de hipótesis a la prueba no paramétrica WILCOXON.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

H₀: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

H_a: La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

Hipótesis estadística y regla de decisión

H₀: $P_{\text{antes}} > P_{\text{después}}$ **SIG > 0.05** se acepta la nula

H_a: $P_{\text{antes}} < P_{\text{después}}$ **SIG < 0.05** se rechaza la nula

Planteada la regla de decisión de las hipótesis, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de WILCOXON para conocer la decisión.

Tabla 24: Prueba de contrastación de hipótesis

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Pantes y Pdespues es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

De la tabla anterior se puede apreciar que se tiene un valor de significancia =0.00 siendo menor al nivel de significancia de 0.05, así que debido a que es menor se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

También se puede apreciar en la tabla de estadísticos descriptivos que la productividad media antes (0.582) es menor a la productividad media después (0.717) por lo tanto, se cumple y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: $P \text{ antes} < P \text{ después}$

SIG < 0.05 se rechaza la nula

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

3.3 Análisis descriptivo de la eficiencia

Tabla 25: Eficiencia antes y después de la mejora

Días	Eficiencia antes	Eficiencia después
1	0.84	0.88
2	0.81	0.84
3	0.81	0.88
4	0.78	0.84
5	0.78	0.81
6	0.78	0.84
7	0.84	0.88
8	0.78	0.84
9	0.81	0.84
10	0.75	0.81
11	0.84	0.88
12	0.81	0.84
13	0.75	0.81
14	0.78	0.84
15	0.78	0.84
16	0.81	0.88
17	0.78	0.84
18	0.75	0.81
19	0.75	0.81
20	0.81	0.84
21	0.84	0.88

22	0.78	0.84
23	0.81	0.84
24	0.75	0.81
25	0.78	0.84
26	0.81	0.84
27	0.84	0.81
28	0.78	0.88
29	0.84	0.88
30	0.81	0.88

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25 nos demuestra los resultados de la eficiencia antes y después de la implementación de herramientas lean manufacturing en la empresa de reparación de motores eléctricos.

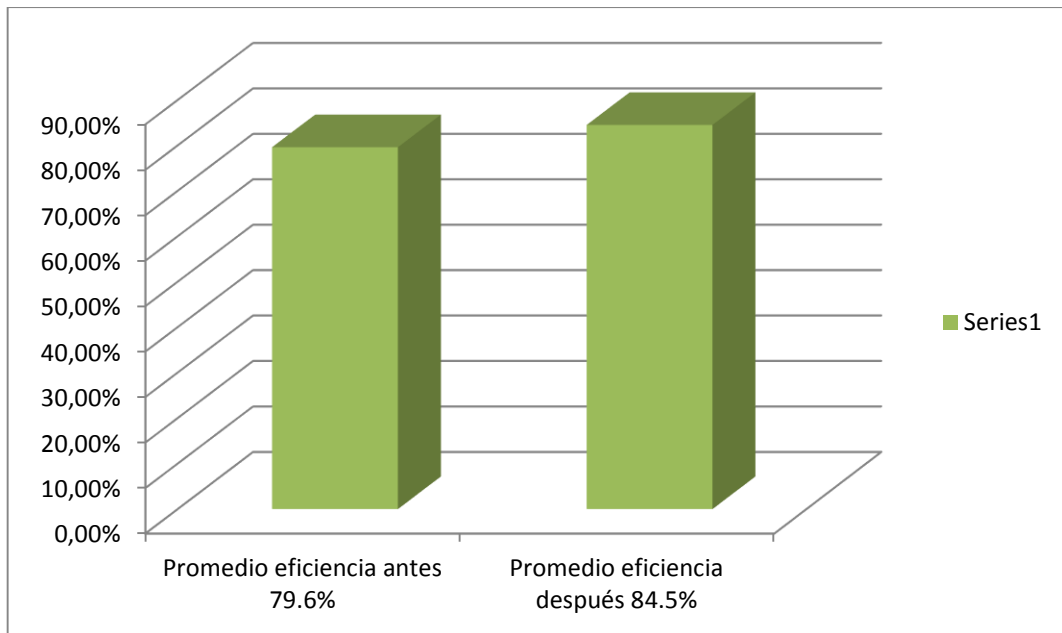
Tabla 26: Datos descriptivos de la eficiencia

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media		Desviación
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error	estándar
	o	o	o	o	estándar	Estadístico
EFlantes	30	.75	.84	.7960	.00552	.03024
EFIdespues	30	.81	.88	.8450	.00479	.02623
N válido (por lista)	30					

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

De los resultados de la tabla 26 podemos apreciar que la eficiencia mejoró significativamente, aumentando de 0.796 a 0.845 en promedio. Teniendo también una desviación estándar de la eficiencia antes de 0.030 y la eficiencia después de 0.026 mostrando que tan dispersos están los datos con respecto a la media.

Gráfico 20: Eficiencia Actual y Posterior



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 30 se pudo observar que la eficiencia promedio antes es de 79.6% y la eficiencia después es de 84.5%, por lo tanto se tuvo una mejora de la eficiencia en la empresa de reparación de motores eléctricos de 0.049 que expresado en porcentaje es de 4.9%.

3.4 Análisis inferencial de la eficiencia

Tabla 27: Prueba de normalidad de la eficiencia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFlantes	.202	30	.003	.882	30	.003
EFIdespues	.276	30	.000	.804	30	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

La tabla 27 nos muestra la significancia obtenida de la eficacia antes y después de la implementación el cual es menor a 0.05, esto demuestra que los datos mostrados tienen una distribución no normal, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de WILCOXON.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

H0: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

Hipótesis estadística y regla de decisión

Ho: $EFI_{antes} > EFI_{despu\acute{e}s}$ **SIG > 0.05** se acepta la nula

Ha: $EFI_{antes} < EFI_{despu\acute{e}s}$ **SIG < 0.05** se rechaza la nula

Planteada la regla de decisión de las hipótesis, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica de WILCOXON para conocer la decisión.

Tabla 28: Prueba de contrastación de hipótesis

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre EF antes y EF después es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

De la tabla anterior se puede apreciar que se tiene un valor de significancia =0.00 siendo menor al nivel de significancia de 0.05, así que debido a que es menor se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

También se puede apreciar en la tabla de estadísticos descriptivos que la eficiencia media antes (0.796) es menor a la eficiencia media después (0.845) por lo tanto, se cumple y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: $P \text{ antes} < P \text{ después}$

SIG < 0.05 se rechaza la nula

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

3.5 Análisis descriptivo de la eficacia

Tabla 29: *Eficacia antes y después de la mejora*

Días	Eficacia antes	Eficacia después
1	0.75	0.88
2	0.75	0.88
3	0.63	0.75
4	0.75	0.88
5	0.75	0.88
6	0.63	0.75
7	0.75	0.88
8	0.75	0.88
9	0.88	0.88
10	0.88	0.88
11	0.63	0.75
12	0.75	0.88
13	0.63	0.75
14	0.75	0.88
15	0.88	0.88
16	0.63	0.88
17	0.75	0.75
18	0.63	0.75
19	0.75	0.88
20	0.75	0.88
21	0.63	0.75

22	0.75	0.88
23	0.75	0.88
24	0.75	0.88
25	0.75	0.88
26	0.63	0.75
27	0.75	0.88
28	0.88	0.88
29	0.75	0.88
30	0.63	0.75

Fuente: Elaboración propia

La tabla 29 nos demuestra los resultados de la eficacia antes y después de la implementación de herramientas lean manufacturing en la empresa de reparación de motores eléctricos.

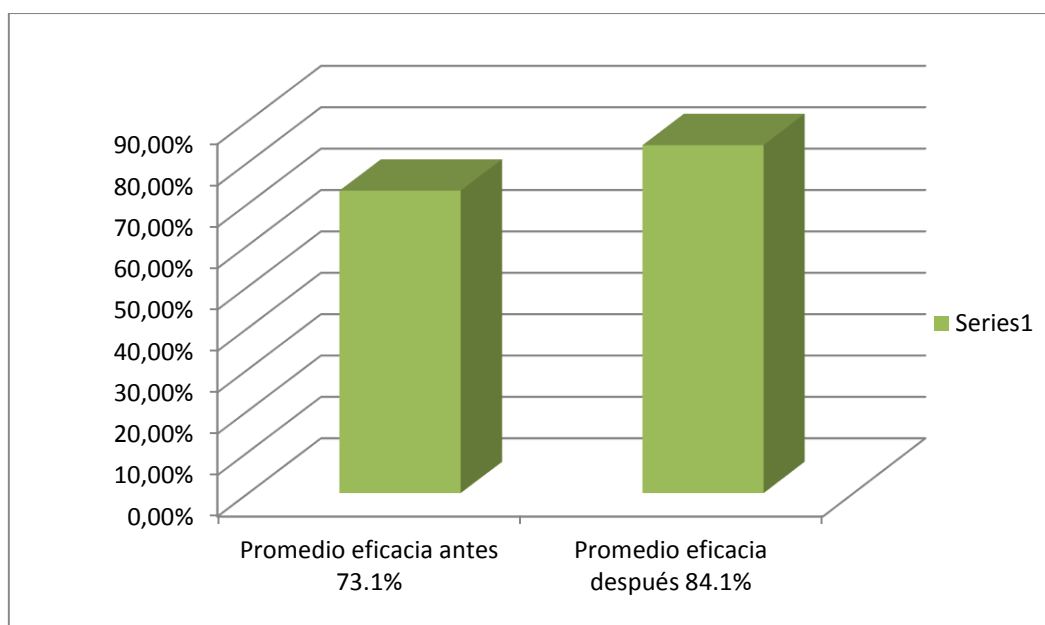
Tabla 30: Datos descriptivos de la eficacia

Estadísticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Media		Desviación	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error	estándar	Estadístico
	o	o	o	o	estándar	Estadístico	o
EFCAntes	30	.63	.88	.7313	.01465	.08025	.006
EFCAdespues	30	.75	.88	.8410	.01106	.06059	.004
N válido (por lista)	30						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

De los resultados de la tabla 30 podemos apreciar que la eficacia mejoró significativamente, aumentando de 0.731 a 0.841 en promedio. Teniendo también una desviación estándar de la eficiencia antes de 0.080 y la eficiencia después de 0.060 mostrando que tan dispersos están los datos con respecto a la media.

Gráfico 21: Eficacia Actual y Posterior



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 31 se pudo observar que la eficiencia promedio antes es de 73.1% y la eficiencia después es de 84.1%, por lo tanto se tuvo una mejora de la eficacia en la empresa de reparación de motores eléctricos de 0.11 que expresado en porcentaje es de 11%.

3.6 Análisis inferencial de la eficacia

Tabla 31: Prueba de normalidad de la eficacia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFCAntes	.292	30	.000	.785	30	.000
EFCAdespues	.440	30	.000	.577	30	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con SPSS 24

La tabla 31 nos muestra la significancia obtenida de la eficacia antes y después de la implementación el cual es menor a 0.05, esto demuestra que los datos mostrados tienen una distribución no normal, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de WILCOXON.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

H₀: La implementación de herramientas Lean Manufacturing no mejora la eficacia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

H_a: La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

Hipótesis estadística y regla de decisión

H₀: EFCA antes > EFCA después **SIG > 0.05** se acepta la nula

H_a: EFCA antes < EFCA después **SIG < 0.05** se rechaza la nula

Una vez que se planteó la regla de decisión de la hipótesis estadística, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica WILCOXON para conocer la decisión.

Tabla 32: Prueba de contrastación de hipótesis

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre EFCAntes y EFCAdespues es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .05				

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24

De la tabla anterior se puede apreciar que se tiene un valor de significancia =0.00 siendo menor al nivel de significancia de 0.05, así que debido a que es menor se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

También se puede apreciar en la tabla de estadísticos descriptivos que la eficacia media antes (0.731) es menor a la eficiencia media después (0.841) por lo tanto, se cumple y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: $P \text{ antes} < P \text{ después}$

SIG < 0.05 se rechaza la nula

Ha: La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017

IV DISCUSIÓN

Con respecto a la implementación de herramientas Lean Manufacturing todo depende de cómo está la situación de la empresa, pues si esta se encuentra desorganizada, no cuenta con un buen plan de limpieza y cuenta con productos defectuosos en sus etapas, la productividad en el área de estudio se reduce.

Respecto a la hipótesis general que manifiesta que la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017, se observa en la tabla (21) que la media de la productividad antes de la implementación es de 0.582 y la media de la productividad después es de 0.717 evidenciando un aumento de la productividad, esto coincide con el estudio de Palacios Jiménez Eduardo Javier (2016) en la tesis titulada “Mejora de la productividad de la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos S.A. mediante la implementación de un sistema de producción esbelta” en donde manifiesta que la implementación de dicho sistema mejora el flujo continuo, la reducción de despilfarros encontrados en la empresa y por ende mejoró la productividad.

Con respecto a la primera hipótesis específica manifiesta que la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017, se observa en la tabla (25) que la media de la eficiencia antes de la implementación es de 0.796 y la media de la eficiencia después es de 0.845 mostrando un aumento de la eficiencia como lo indica Santa Cruz Omar (2015) en la tesis “Implementación de manufactura esbelta en una empresa de hilados textiles para mejorar la productividad y el control de planta” que manifiesta que con la implementación de las mejoras del proyecto se logró reducir los retrasos de entrega y fundamentalmente aumentar la eficiencia en sus etapas.

La segunda hipótesis específica manifiesta que la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017, se observa en la tabla (29) que la media de la eficacia antes de la implementación es de 0.73 y la media de la eficacia después es de 0.84 mostrando un aumento de la eficacia, teniendo así que la eficacia aumento de un 73% a un 84% después de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing. Por ello se confirma con lo que manifiesta Santa Cruz Omar (2015) en su tesis “Implementación de manufactura esbelta en una empresa de hilados textiles para mejorar la productividad y el control de planta” que aplicando una metodología poderosa como las 5S se es más eficaz en el manejo del orden y el control de los recursos, reduciendo los tiempos perdidos en búsqueda de algún elemento.

V CONCLUSIONES

Se concluye que la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos. Obteniendo una media de la productividad antes de la implementación de 0.58 a una media después de la implementación de 0.71 (tabla 21).por lo tanto se rechaza la hipótesis nula según la prueba no paramétrica de wilcoxon.

A través de la implementación de herramientas Lean Manufacturing se concluye que se mejora la eficiencia en el área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos. Obteniendo una media de la eficiencia antes de la implementación de 0.796 a una media después de la implementación de 0.845 (tabla 25) teniendo una mejora de 0.049, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula según la prueba no paramétrica de wilcoxon.

Se concluye que la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficacia en el área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos; de una media de la eficiencia antes de la implementación de 0.73 a una media después de la implementación de 0.84 (tabla 29) teniendo una mejora de 0.11, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula según la prueba no paramétrica de wilcoxon.

VI RECOMENDACIONES

Se recomienda a la jefatura de la empresa de Reparación de motores eléctricos seguir con la ejecución del proyecto de implementación de herramientas Lean Manufacturing el cual nos demostró que se genera una mejora en lo que se refiere a la productividad, eficiencia y eficacia.

Se sugiere al comité Lean manufacturing seguir con el monitoreo en forma constante de las herramientas Lean Manufacturing implementadas, llevar un control minucioso de los indicadores de la productividad para controlar en forma real la eficiencia y eficacia de nuestros servicios de Reparación.

A la jefatura de la empresa se le recomienda promover y seguir con la participación activa del personal, mediante las capacitaciones y lograr un desempeño óptimo por parte de ellos que son los que tienen contacto directo con las herramientas que se han implementado.

VII REFERENCIAS

Bibliografía

BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación.3ed. Colombia: Pearson Educación, 2010.320pp.

ISBN: 9789586991285

GUTIERREZ, Humberto. Calidad y Productividad 3ª ed. México DF: McGraw Hill, 2010.383pp.

ISBN: 9786071503152

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación.5ed. México DF: McGraw Hill, 2010.606PP

ISBN: 9786071502919

LAREAU, William y KAUFMAN, Roger.OfficeKaizen: Como reducir los costes de la gestión en la empresa. Madrid: Fc Editorial, 2003. 256 pp.

PROKOPENKO, Joseph. La Gestión De La Productividad. Manual Práctico. Ginebra: Oficina Internacional Del Trabajo, 1989.314pp.

ISBN: 922305901

QUEZADA, Nel. Metodología de la Investigación. Estadística aplicada en la investigación. Lima: Editora Macro ,2010.334pp.

ISBN: 9786124034503

RAJADELL, Manuel y SANCHEZ, José. Lean Manufacturing .La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010.260pp.

ISBN: 9788479789671

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing.Mexico DF: Limusa, 2007.262pp.

ISBN: 9789681869663

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación. Lima: San marcos, 2014.495 pp.
ISBN: 9786123028787

LIBROS EN LÍNEA

FERNANDEZ, Ricardo. La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa [en línea].Alicante: Editorial Club Universitario, 2013[fecha de consulta: 27 de octubre 2016].

Disponible en:<https://books.google.com.pe/books?id=8crnCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=La+mejora+de+la+productividad+en+la+peque%C3%B1a+y+mediana+empresa&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjUhdnanaHQAhUo5YMKHVTZDv8Q6AEIjAA#v=onepage&q=La%20mejora%20de%20la%20productividad%20en%20la%20peque%C3%B1a%20y%20mediana%20empresa&f=false>
ISBN: 9788499484136

LOPEZ, Jorge. + Productividad [en línea].Estados Unidos: Palibrio LLC ,2013[fecha de consulta: 20 de octubre 2016].

Disponible en:[https://books.google.com.pe/books?id=ObSOAgAAQBAJ&pg=PA4&dq=\(L%C3%B3pez,+2013,+PRODUCTIVIDAD&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiltbyelaHQAhXLzIMKHa61BgsQ6AEIHAB#v=onepage&q=\(L%C3%B3pez%2C%202013%2C%20PRODUCTIVIDAD&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=ObSOAgAAQBAJ&pg=PA4&dq=(L%C3%B3pez,+2013,+PRODUCTIVIDAD&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiltbyelaHQAhXLzIMKHa61BgsQ6AEIHAB#v=onepage&q=(L%C3%B3pez%2C%202013%2C%20PRODUCTIVIDAD&f=false)
ISBN: 9781463374808

MADARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos [en línea].Madrid: Bubok Publishing, 2013[fecha de consulta: 21 de octubre 2016].

Disponible en:https://books.google.com.pe/books?id=mBgDGYRQzXMC&pg=PT260&dq=lean+manufacturing+madariaga&hl=es419&SA=X&redir_esc=y#v=onepage&q=lean%20manufacturing%20madariaga&f=false
ISBN: 9788468628141

OLAVARRIETA, Jorge. Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa [en línea]. México DF: Universidad Iberoamericana, 1999[fecha de consulta: 20 de octubre 2016].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=EXzhFaRE9rUC&pg=PP1&dq=OLAVARRIETA+1999&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjcwuik95nQAhUHx2MKHVqHCL0Q6AEIHDA#v=onepage&q=OLAVARRIETA%201999&f=false>

ISBN: 9688593656

VARGAS, Antonio. Estadística descriptiva e inferencial [en línea]. Cuenca: Servicio de publicaciones de la Universidad de la Mancha, 1995[fecha de consulta: 02 de noviembre 2016].

Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=RbaCwPWqjsC&printsec=frontcover&dq=vargas+antonio+estadistica+descriptiva+e+inferencia&hl=es419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=vargas%20antonio%20estadistica%20descriptiva%20e%20inferencia&f=false

ISBN: 848825587

TESIS ANTECEDENTES PREVIOS

NACIONALES

GONZALES, Geraldine. Mejorar la productividad en el área de premezclas en la empresa Hensil srl aplicando la metodología del PHVA. Tesis (Titulo Profesional de Ingeniería Industrial).Lima: Universidad De San Martin De Porres. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2015.

Disponible

en:http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2189/1/gonzales_completo.pdf

ORTEGA, Fernando; VILCHEZ, Mylena.Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de glp para incrementar la productividad de la empresa envasadora Caxamarca Gas S.A –Cajamarca. Tesis (Titulo Profesional De Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, Facultad de Ingeniería, 2012.

Disponible en:[http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/184/](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/184/Ricardo%20Ortega%20y%20Mylena%20V%C3%ADlchez.pdf?sequence)

[Ricardo%20Ortega%20y%20Mylena%20V%C3%ADlchez.pdf?sequence](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/184/Ricardo%20Ortega%20y%20Mylena%20V%C3%ADlchez.pdf?sequence)

ROSALES, Pedro. Uso del test de aptitudes mecánicas de Mac Quarrie en la selección de personal para mejorar la productividad. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). LIMA: Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Facultad de ingeniería Industrial. Unidad de Postgrado,2012.

Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1745/1/](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1745/1/Rosales_lp.pdf)

[Rosales_lp.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1745/1/Rosales_lp.pdf)

SANTA CRUZ, Omar. Implementación de manufactura esbelta en una empresa de hilados textiles para mejorar la productividad y el control de planta. Tesis (Título de Ingeniero Industrial).Arequipa: Universidad Católica De Santa María, Programa profesional de ingeniería industrial, 2015.

Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2260>

TORRES, María. Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. Tesis (Título de ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad De Ciencias e Ingeniería, 2014.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6019>

INTERNACIONALES

CABRERA, David, VARGAS, Daniela. Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas lean manufacturing. Tesis (Título en ingeniería industrial). Santiago de Cali: Universidad Icesi. Facultad de Ingeniería, 2011.

Disponible en: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68069/1/mejorar_sistema_productivo.pdf

CRUZ, Isabel; Burbano, Jorge Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas lean manufacturing, caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias xyz. Tesis (título magister en Ingeniería Industrial). Santiago de Cali: Universidad Icesi, Facultad de ingeniería, 2012.

Disponible en: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68158/1/redise%C3%B1o_sistema_productivo.pdf

ESPEJO, LEONARDO. Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de escritura. Tesis (título de ingeniería industrial). Catalunya: Universidad politécnica de Catalunya, 2011.

Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum_I.pdf?sequence=1

HERNÁNDEZ, Andrés. Implementación de técnicas de manufactura esbelta (lean manufacturing) en una planta de empaque de productos terminados tesis (Titulo de Ingeniería Industrial).Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010.

Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2235_IN.pdf

PALACIOS, Eduardo. Mejora de la productividad en la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos sa mediante la implementación de un sistema de producción esbelta. Tesis (Maestría en ingeniería industrial y producción).Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería química y Agroindustria, 2016.

Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15183>

V ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017?	Determinar como la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejorará la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017	La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017	Lean manufacturing	Según Madariaga (2013, p. 8), "El lean manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación (personas, maquinas, materiales y métodos) que persiguen mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante de despilfarro".	El lean manufacturing se puede evaluar, tomando en cuenta el los servicios entregados a tiempo que serán medidos mediante el indicador de pedido entregados a tiempo. Se usaran fichas de recolección de datos para la operacionalización	CALIDAD	Defectos por unidad (DPU) $\frac{N^{\circ} \text{ de defectos observados}}{N^{\circ} \text{ de unidades producidas}} \times 100$
						SERVICIO	Pedidos entregados a tiempo (OTD) $\frac{N^{\circ} \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos solicitados}} \times 100$
ESPECIFICO	ESPECIFICO	ESPECIFICO					
¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017?	Establecer como la implementación de herramientas Lean Manufacturing mejorará la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017	La implementación de herramientas Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de rebobinados en la empresa de reparación de motores eléctricos FG, 2017	Productividad	Para definir a la productividad el siguiente autor nos dice en su concepto "La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un procesos o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos" (Gutiérrez, 2010, p.21).	La productividad también se le puede evaluar tomando en cuenta la eficacia y la eficiencia y serán medidos mediante indicadores como el índice de utilización de mano de obra y el índice de servicios de reparación realizados. Se usarán fichas de recolección para los datos a operar	EFICIENCIA	Utilización de mano de obra $\frac{h-h \text{ utilizadas para el servicio}}{h-h \text{ programadas para el servicio}} \times 100$
						EFICACIA	servicios de reparación realizados $\frac{n^{\circ} \text{ servicios producidos}}{\text{total de ordenes de servicios programados}} \times 100$

Anexo 2: Check list inspección inicial

CHECKLIST – Inspección Inicial Interna					
Área:		Fecha:			
Responsable:					
PASOS	DESCRIPCION DEL LUGAR O ETAPA	0	1	2	OBSERVACIONES
CLASIFICAR					
ORDEN					
LIMPIEZA					
ESTANDARIZAR					
DISCIPLINA					

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Formato de inventario inicial

INVENTARIO GENERAL				
CONTROL DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
FECHA:			REVISADO POR :	
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ETAPA DE REALIZACION	OBSERVACIÓN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Control equipos de medición



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5: Control de herramientas



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6: Formato de elementos seleccionados con tarjeta roja

FECHA:			REVISADO POR :	
ITEM	ETAPA	ELEMENTO	N de tarjeta	CANTIDAD
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: Colocación de tarjeta roja 0-01

TARJETA ROJA		
FECHA:	NUMERO:	AREA:
	0-01	Rebobinado
CATEGORIA		
HERRAMIENTA		<input checked="" type="checkbox"/>
ACCESORIO		
INSTRUMENTO DE MEDICION		
MATERIA PRIMA		
PAPELERIA		
PRODUCTO TERMINADO		
PRODUCTO EN PROCESO		
REFACCIONES		
OTROS		
RAZÓN		
CONTAMINANTE		
DEFECTUOSO		<input checked="" type="checkbox"/>
DESPERDICIO		
NO SE NECESITA		
USO DESCONOCIDO		
FECHA:	06 enero 2017	
RESPONSABLE:	fredy Gonzales M.	
DESTINO FINAL:	Chatarra - Reciclaje	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8: Colocación de tarjeta roja 0-05

TARJETA ROJA		
FECHA:	NUMERO:	AREA:
	0-05	Adicionados
CATEGORIA		
HERRAMIENTA		<input checked="" type="checkbox"/>
ACCESORIO		
INSTRUMENTO DE MEDICION		
MATERIA PRIMA		
PAPELERIA		
PRODUCTO TERMINADO		
PRODUCTO EN PROCESO		
REFACCIONES		
OTROS		
RAZÓN		
CONTAMINANTE		
DEFECTUOSO		<input checked="" type="checkbox"/>
DESPERDICIO		
NO SE NECESITA		
USO DESCONOCIDO		
FECHA:	06 enero 2017	
RESPONSABLE:	fredy Gonzales M.	
DESTINO FINAL:	Reparación -	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9: Check list de limpieza

CHECKLIST DE LIMPIEZA					
HORA DE INICIO Y TERMINO:			ÁREA :		
FECHA:			REALIZADO POR :		
ITEM	PUNTOS DE LIMPIEZA	CONFORMIDAD	NO CONFORMIDAD	MOTIVO DE LA NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Cuadro de responsabilidad de la implementación del Poka Yoke

Integrantes del comité Lean Manufacturing		
ASUNTO: Implementación de la herramienta Poka Yoke		FG ELECTROMECHANICA
Integrantes	Fecha	Observación
Fredy Gonzales Magariño	14 marzo 2017	Asistió
José Solórzano Quispe	14 marzo 2017	Asistió
Enrique Ayasta Cachay	14 marzo 2017	Asistió
		FG ELECTROMECHANICA
Responsable: Fredy Gonzales Magariño		

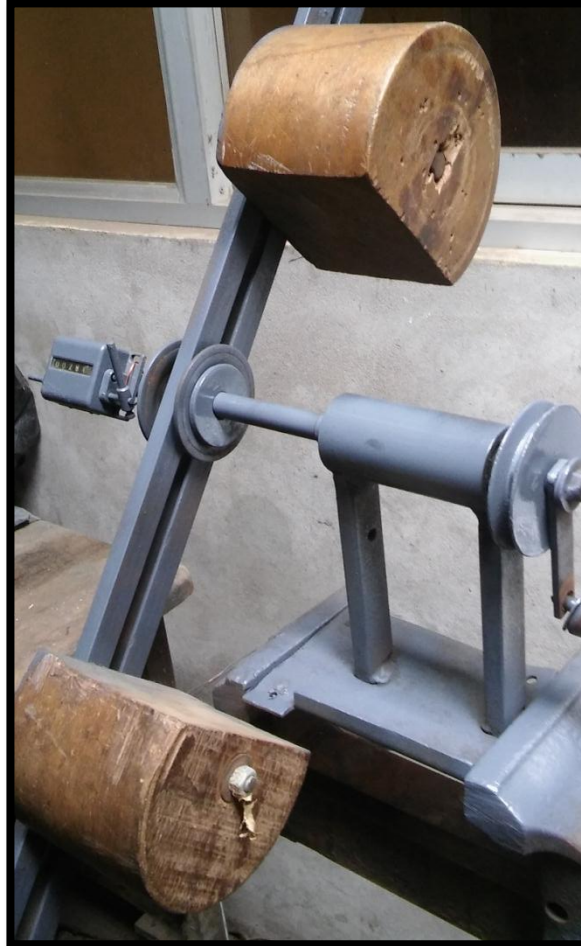
Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: *Imágenes sobre el servicio de reparación de motores eléctricos*



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: *Imagen del contometro mecánico en la maquina*



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Instrumentos validados



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE : LEAN MANUFACTURING	PERTINENCIA ¹		RELEVANCIA ²		CLARIDAD ³		SUGERENCIAS
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1								
2	Pedidos entregados a tiempo:							
3	$\frac{n \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{n \text{ total de pedidos solicitados}} \times 100$							
4	Defectos por unidad							
5	$\frac{N^{\circ} \text{ de defectos observados}}{N^{\circ} \text{ de unidades producidas}} \times 100$							
6								
7	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
8	Eficiencia: $\frac{h-h \text{ utilizados para el servicio}}{h-h \text{ programados para el servicio}} \times 100$							
9	Eficacia: $\frac{\text{servicios de reparación producidos}}{\text{total de ordenes de servicios programados}} \times 100$							
10								
12								
13	DIMENSIÓN 3							
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: ☒ Aplicable [X] ☐ No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Jorge Pablo Rivera Rodríguez DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ing. Industrial

16 de Mayo del 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados

 JESSE PABLO RIVERA RODRIGUEZ
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 51454

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE : LEAN MANUFACTURING	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
1									
2		Pedidos entregados a tiempo: $\frac{n \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{n \text{ total de pedidos solicitados}} \times 100$							
3									
4		Defectos por unidad $\frac{N^{\circ} \text{ de defectos observados}}{N^{\circ} \text{ de unidades producidas}} \times 100$							
5									
6									
7		VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD Eficiencia: $\frac{h-h \text{ utilizadas para el servicio}}{h-h \text{ programadas para el servicio}} \times 100$							
8									
9		Eficacia : $\frac{\text{servicios de reparación producidos}}{\text{total de ordenes de servicios programados}} \times 100$							
10									
11									
12									
13		DIMENSIÓN 3							
14									
15									
16									
17									

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: ☒ Aplicable ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: CASTELLANO SILVA, MARCIAL OSWALDO DNI: 42773815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exento y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados

25 de Mayo del 2017


 MARCIAL OSWALDO
 CASTELLANO SILVA
 INGENIERO INDUSTRIAL

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	VARIABLE INDEPENDIENTE : LEAN MANUFACTURING							
2	Pedidos entregados a tiempo:							
3	$\frac{n \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{n \text{ total de pedidos solicitados}} \times 100$							
4	Defectos por unidad							
5	$\frac{N^\circ \text{ de defectos observados}}{N^\circ \text{ de unidades producidas}} \times 100$							
6	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
7	Eficiencia: $\frac{h-h \text{ utilizadas para el servicio}}{h-h \text{ programadas para el servicio}} \times 100$							
8	Eficacia: $\frac{\text{servicios de reparación producidos}}{\text{total de ordenes de servicios programados}} \times 100$							
10								
12								
13	DIMENSIÓN 3							
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ No aplicable ☐

Aplicable después de corregir ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg: DAVID LA LAGUNA ROMERO DNI: 22623025

Especialidad del validador: INGENIERIA DE SISTEMAS

10 de 06 del 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

